行政院農業委員會農業試驗所
ISSN 1017-0863

技術服務

季刊

2018年12月

116

2018.Vol.29 No.4

芒果籽的加值利用 - 美白原料
淺談甜瓜白粉病抗性基因
胡瓜根腐病之診斷
馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒 (PSTVd) 之危害與侵入風險
台灣杏鮑菇外銷澳洲海運技術大突破 有助拓展新興市場

Technical Service Quarterly Bulletin,Taiwan Agricultural Research Institute.

第29卷第4期

中華民國107年12月出版

目錄

組織培養

■流式細胞儀在蕓苔屬小孢子培養研究之應用
夏奇鋸 陳威臣 曹進義 1

園藝作物

■芒果籽的加值利用-美白原料
楊淑惠 洪千雅 5

■淺談甜瓜白粉病抗性基因
林思妤 王毓華 8

植物病理

■胡瓜根腐病之診斷
黃晉興 張瑞璋 13

■馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒(PSTVd)之危害與侵入風險
鄧汀欽 17

■最新之台灣葡萄晚腐病研究-從病徵與生態看防治
林筑蘋 蔡志濃 安寶貞 23

出國報告

■中國大陸金柑產地參訪見聞(上)
唐佳惠 呂明雄 李建瑩 吳佩香 29

■泰國「作物有害生物綜合管理參訪」之見聞(下)
陳淑佩 黃毓斌 盧美君 陳宏伯 黃德昌 33

新聞訊息

■農試所研發「移動式設施害蟲影像辨識系統」 協助外銷蘭園快篩害蟲種類
陳淑佩 高靜華 39

■百香果種苗三級管理制度創造台灣百香果種苗外銷佳績
徐智政 李文立 陳甘澍 40

■台灣杏鮑菇外銷澳洲海運技術大突破 有助拓展新興市場
黃肇家 楊純明 41

封面說明：農試所以新技術處理杏鮑菇，經0.2℃貯藏25日模擬海運澳洲，再於18℃放置3日模擬販賣櫥架後，蕈傘無新長出菌絲且蕈柄維持彈性，外觀品質良好(右)。

◎圖/文 作物組 黃肇家

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：陳駿季
總 編 輯：方尚仁
執行編輯：黃淑華
地 址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網 址：https://www.tari.gov.tw
電 話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。
版權所有、轉載須經本所同意
展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號 (04) 22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓 (02) 25180207 (代表號)
■國家網路書店：http：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號 (04) 22932036
定 價：NT 35 元
行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　NT$35

流式細胞儀在蕓苔屬小孢子培養研究之應用

農試所生技組 夏奇鋙 陳威臣 曹進義

一、流式細胞儀的原理與種類

流式細胞分析技術 (Flow cytometry) 之原理為將細胞先經螢光染色後，以液流技術引導單一細胞通過特定感應器，並以不同波長之雷射光激發細胞上所攜帶之螢光，將偵測到的光學訊號放大後轉換成電子訊號，再由電腦加以紀錄分析。儀器每秒可分析數千個細胞，舉凡細胞的大小、數量、分裂週期、凋亡以及DNA的含量、染色體的倍體數以及染色體選別等，都能藉由流式細胞儀以細胞為單位進行多參數分析，進階機型因配備有篩選 (sorting) 功能，還能針對不同特性之細胞進行選別，提供更進一步研究之用 (Robinson 2004)。流式細胞儀與傳統純粹利用光學原理之顯微鏡相較，在細胞處理數量、速度及精準度方面更勝一籌，可以節省人力並提高效率，是近代生物科學進行細胞研究不可或缺的利器。

作　　者：夏奇鋙研究員
連絡電話：04-23317327

目前較常見的流式細胞儀是以螢光染色作為分析基礎的流式細胞儀 (fluorescence-actvatied flow cytometers, FACS)，主要應用於醫學基礎研究以及臨床檢測，較著名的生產者為美國BD (Becton- DickinSon) 公司、Beckman - CouIter 公司以及德國的Partec 公司（現已被日商Sysmex公司併購）。此類流式胞儀以雷射光作為分析元件，需有精密之校正技術配合，儀器價格較昂貴，且細胞必須透過各種螢光染劑標定後才能加以偵測，耗材所費不貲，使用者主要為醫學研究及醫療機構。有別於前兩家公司，Partec 公司生產的FACS，尤其是檢測染色體倍性分析儀（配備UV燈），具有體積小、易操作、價格相對較低之優點，適合於植物學研究之用。此外，近年來另有一類型稱之為電阻抗式流式細胞儀 (impedance-based flow cytometer，IFC) 被發展出來，其原理為以多頻波之交流電通過單細胞，並將各個細胞產生之電阻抗訊息加以收集，取代FACS以雷射光激發螢光染劑產生的光學訊息 (Xu *et al*. 2016)。IFC使用之頻波範圍從100 kHz至30 MHz，偵測細胞在不同頻波電

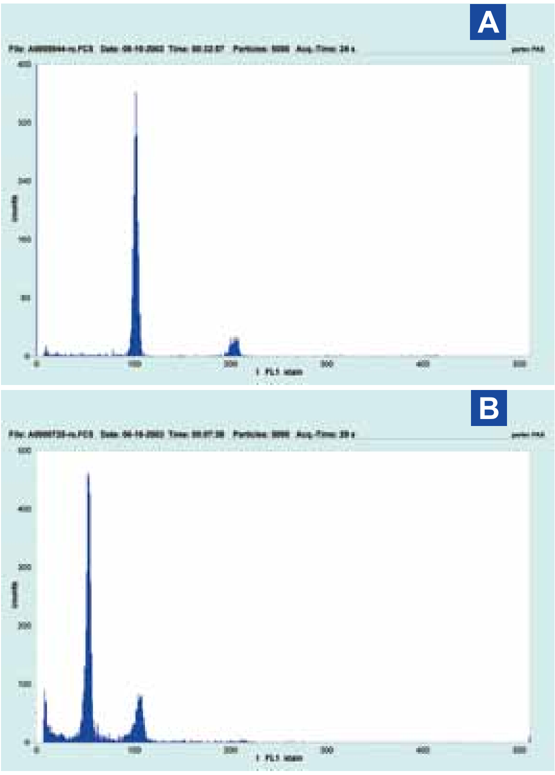
流下產生之變化，一般以低於500 kHz測量細胞體積，介於500 kHz–6 MHz測量細胞膜電位，以及介於6–20 MHz測量細胞漿（cytoplasma）的密度。IFC以微流體晶片取代傳統石英管元件，只需少量樣品即足夠分析之用，由於IFC未使用任何昂貴之光學元件，因此不須精密之校正系統，儀器體積變小甚至為可攜式設計，有利田野調查即時偵測之用，且機器僅以交流電頻波變化偵測細胞狀態的改變，可節省螢光染劑耗材支出。綜合來說，IFC價格較FACS親民，也讓流式細胞儀的利用更加普及化（Cheung *et al*. 2010）。

二、流式細胞儀在植物研究之應用

流式細胞儀於1980年代開始應用於植物之研究範疇，主要作為檢測植物細胞核DNA的含量以及植物染色體倍體數的鑑定。生物體其單倍體基因組所含DNA總量稱為C值，是一個很重要的植物學特徵，植物學家依據植物細胞核DNA的含量作為研究演化、分類與生態學的分析工具。此外，植物染色體的多倍化是促進物種形成及演化的重要因素，目前存在的大部分開花植物其祖先大都經歷過一輪或多輪的染色體倍加，因此鑑別植物種群的染色體倍體數，對研究其系統進化及物種起源模式具有重要的價值。此外，育種上用於創造種質及加速育種流程的人工多倍體化誘導、花藥培養以及小孢子培養所育成之單倍體或雙單倍體（doubled haploid, DH）植株的染色體倍性鑑定（圖一），都可藉由流式細胞儀快速加以判別，相較於早期必須藉由氣孔大小、氣孔所含之葉綠體數以及計算根尖染色體數等方法，在效率上大為提高。

三、流式細胞儀在蕓苔屬小孢子培養研究之應用

蕓苔屬植物從Lichter (1982) 自油菜發展出小孢子培養技術開始，多年來已建立有成功率相當高的DH育成方法，蕓苔屬植物的育種流程因此得以大幅縮短，但對於一些小孢子培養低反應或不反應的品種研究卻遭遇到瓶頸，除了



圖一、以流式細胞儀檢測由花椰菜小孢子培養分化而來植株之染色體倍體數。(A) 雙單倍體，(B) 單倍體。

品種本身基因型的差異外，原因在小孢子培養過程必須在培養4週後才能根據產胚數來判斷處理的有效性，唯此時可能已錯過最佳之花期，且十字花科植株開花需低溫處理，大多於生長箱內種植以提供生長及開花條件，植株栽培成本很高，若開花後未能及時找到適當之培養條件，在植物材料的供應上遂產生問題。此外，對於一些珍貴種原受限於數量稀少，也必須尋找可快速修正小孢子培養條件的方法。

Deslauriers *et al*. (1991) 利用流式細胞儀追蹤油菜小孢子培養期間細胞的變化，指出最先被覺察的改變是細胞增大，針對細胞增大且伴有較高螢光反應之細胞，利用流式細胞儀細胞選別功能提高其比例後，發現小孢子胚分化的比率亦隨之增加，首次證明了流式細胞儀確實具有區別胚性小孢子的可行性。Deslauriers *et al*. 亦指出，以流式細胞儀分析溫度處理3天後小孢子的變化情形與小孢子培養4週後所呈現之胚誘導率，兩者間具有顯著之相關性。Schulze and Pauls (1998, 2002) 更進一步將流式細胞儀中不同群之細胞找到其在光學顯微鏡下對應之細胞分化形態，且發現代表胚性細胞的小孢子數目在溫度處理48h後即不再增加，亦即溫度處理對胚性細胞誘導的效果，在處理後2-3天內即已確定，而流式細胞儀可清楚區別已誘導及未被誘導兩種分化型態之細胞群，不需等待4週的培養時間即可預測處理之效果。上述兩篇研究報告顯示，流式細胞儀具有區分不同發育狀態小孢子的功能外，並可在小孢子處理後48-72h內依據細胞的改變預測胚誘導的效果，在改進小孢子培養效率方面，提供了更及時且高效率的研究工具。一般而言，胚分化僅占整體培養小孢子總數的0.05-1%或更低之比率，因此以產胚數作為評估處理效果之指標，必須培養大量小孢子方有機會獲得足夠之胚數，用以驗證處理的差異性，但因為流式細胞儀具有分析大量細胞的能力，對小孢子處理效果的評估，會比傳統僅能依據少量胚數或以顯微鏡觀察少數細胞作為判斷標準的方式更為大量、精確及有效率外，還能提早評估的時間。

農試所組織培養研究室自104年開始進行甘藍類（花椰菜、青花菜、甘藍）蔬菜小孢子培養技術的建立，研究室配備有 Partec 公司之 Ploidy Analyser (PA)用以檢測小孢子再生株之倍體數，只需取少量葉片(1 cm^2)即可進行分析，且檢測速度及精準度較傳統以顯微鏡計算根尖染色體數或量測葉片氣孔保衛細胞大小等方法為高，但PA因僅配備UV燈，因此只具備倍體數分析功能（圖二A）。研究室於107年購入電阻抗式流式細胞儀Ampha™ Z30 (Amphasys, Switzerland) （圖二B），規劃用於小孢子細胞發育階段的區分及追蹤小孢子胚分化過程中的變化，希望藉由IFC區別不同發育階段小孢子以及追蹤各種處理條件對小孢子細胞造成之變化，乃至於不同發育階段小孢子以及處理條件與DH表現比例的關聯性，作為提升小孢子培養效率之依據。

四、展望

所謂工欲善其事，必先利其器，無論是多倍體育種或利用小孢子培養技術育成DH，流式細胞儀的應用大大提高上述兩項技術的實施效率。十字花科作物是世界性的重要蔬菜，國際間早已建立有小孢子培養方法，用於加速育種工作的進行。台灣種苗業者在耐熱、早熟品種的育成上具有利基，但對於新技術的利用則相對保守，小孢子培養技術可以快速生產純系親本，加速F_1育種流程的進行，希望藉由流式細胞儀的普及應用，讓這些技術的建立更為精確且有效率。

圖二、兩種型式之流式細胞儀。(A) 以光學偵測作為分析基礎的流式細胞儀Ploidy Analyser（Partec, Garman），(B) 電阻抗式流式細胞儀Ampha™ Z30 (Amphasys, Switzerland)。

五、參考文獻

Cheung, K. C., M. Di Berardino, G. Schade-Kampmann, M. Hebeisen, A. Pierzchalski, J. Bocsi, A. Mittag, and A. Tárnok. 2010. Microfluidic impedance-based flow cytometry. Cytom. Part A. 77A: 648-666.

Deslauriers, C., A. D. Powell, K. Fuchs, and K. P. Pauls. 1991. Flow cytometric characterization and sorting of *cultured Brassica napus* microspores. Biochim. Biophys. Acta. 1091: 165-172.

Lichter, R. 1982. Induction of haploid plants from isolated pollen of Brassica napus. Z. Pflanzenphysiol. 105: 427-434.

Robinson, J. P. 2004. Flow Cytometry. Enc. Biomater. Biomed. Eng. 630-640.

Schulze, D. and K. P. Pauls. 1998. Flow cytometric characterization of embryogenic and gametophytic development in *Brassica napus* microspore cultures. Plant Cell Physiol. 39: 226-234.

Schulze, D. and K. P. Pauls. 2002. Flow cytometric analysis of cellulose tracks development of embryogenic *Brassica* cells in microspore cultures. New Phytol. 154: 249-254.

Xu, Y., X. Xie, Y. Duan, L. Wang, Z. Cheng, and J. Cheng. 2016. A review of impedance measurements of whole cells. Biosens. Bioelectron. 77: 824-836.

芒果籽的加值利用-美白原料

農試所鳳山分所 楊淑惠 洪千雅

一、前言

全球芒果總產量約有2,500萬公噸，取下可食果肉後的廢棄芒果皮及芒果籽的比率約20-60%，以平均值45%推估，每年產生芒果廢棄量就有1,125萬公噸，為了減少廢棄量，增加作物產值，各國紛紛投入芒果全物利用的研究。

芒果籽除去硬殼後的芒果仁是很好的碳水化合物 (占58-80%) 來源，直鏈澱粉和支鏈澱粉含量約為4比6，澱粉中的抗性澱粉含量為32-75% (Resistant starch, RS (世界糧農組織專家對抗性澱粉下的定義是：健康者小腸中不吸收的澱粉及其降解產物)；蛋白質 (占5-8%) 含量不高，但它含有大部分的必需氨基酸，尤其是亮氨酸 (Leucine)，纈氨酸 (Valine) 和賴氨酸 (Lysine)；優質油脂 (占7-16%) 是由44-48%飽和脂肪酸 (多數硬脂酸) 和52-56%不飽和脂肪酸組成，在室溫下為固體，熔點為32-42° C，通常無需部分氫化即可使用於食品中。這些成分含量會因為芒果品種不同而有很大的差異，特別需要注意的是「生的芒果仁」含有許多抗營養因子 (Anti-nutritional factors)，如單寧 (Tannin)、植酸鹽 (Phytate)、氰化物 (Cyanide)、抗胰蛋白酶 (Antitrypsin)、草酸鹽 (Oxalate) 和皂苷 (Saponins）等，需先漬泡或加熱處理後方可提供食用。

沒食子酸甲酯 (Methyl gallate) 為芒果籽萃取物主要酚酸成分，研究報告顯示具有酪胺酸酶抑制效果。物質可以抑制酪胺酸酶活性，表示可能具有皮膚美白效果。為能提供相關科學佐證，增加芒果產值，本分所進行芒果仁萃取物美白功效初步評估。

二、芒果仁水萃物抑制酪胺酸酶試驗

試驗原料為愛文芒果籽除去硬殼的芒果仁 (mango kernel, MK) 如圖一，經冷水萃取的水萃物 (MKext)，如圖二。

作　　者：楊淑惠副研究員
連絡電話：07-7310191-408

經高效液相層析儀(HPLC)分析，與標準品比對，顯示水萃物的主要酚酸成分為熊果素 (Arbutin)及沒食子酸 (Gallic acid)。

酪胺酸酶是黑色素合成的關鍵酵素，抑制它的活性可以直接影響到黑色素的生成。B16F10 為黑色素癌細胞，培養期間會因酪胺酸酶催化而釋出黑色素。體外試驗如圖三所示，添加200 µg/mL標準品熊果素可抑制53.0% 酪胺酸酶活性，並減少32.9% 黑色素生成；添加芒果仁水萃物50-100 µg/mL(熊果素含量5-20µg /mL) 可抑制37.3-53.0% 酪胺酸酶活性，並減少17.4-35.4% 黑色素生成。

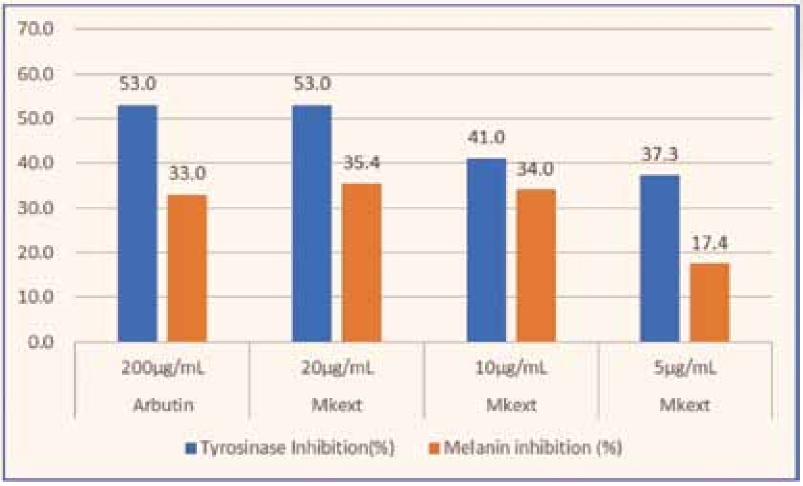
圖一、愛文芒果果仁。

圖二、愛文芒果仁水萃取物 (MKext)。

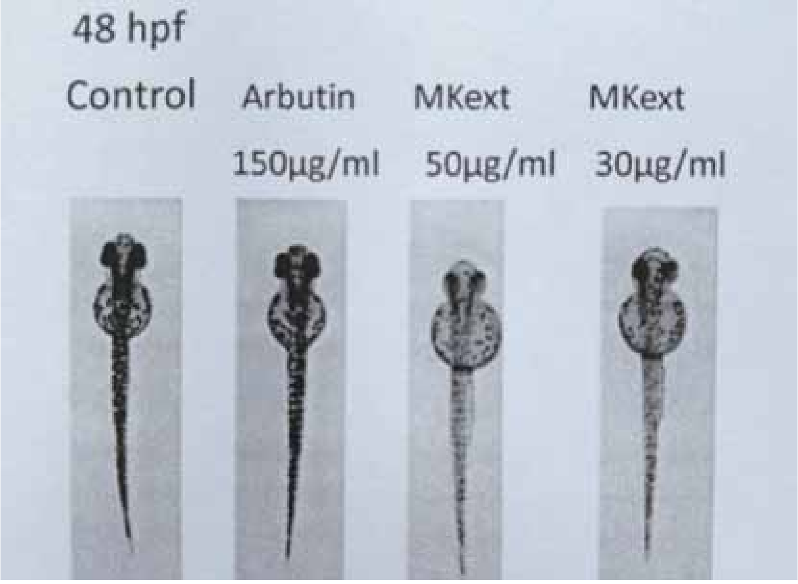
斑馬魚與人類的黑素細胞發育和黑色素合成的機制相似，方便觀察黑色素變化程度。以野生型斑馬魚(AB strain) 進行交配產卵，胚胎培養至9hpf (受精後9小時) 後開始浸泡於稀釋試樣，胚胎於33 hpf 及57 hpf 採取背視野固定於1% cellulose 中，利用實體顯微鏡進行拍照觀察及黑色素密度分析。抑制斑馬魚黑色素合成試驗顯示，相對於控制組及添加濃度150µg/mL 熊果素正控制組，如圖四所示，添加濃度相當於30-50 µg/mL熊果素之芒果仁水萃物，能顯著抑制斑馬魚胚胎黑色素合成。

三、結論

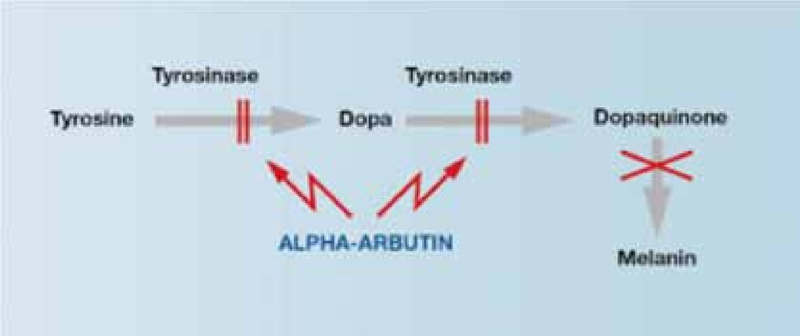
熊果素為衛生福利部核准使用之美白成分，使用限量為7%，其主要作用機制如圖五所示，為抑制酪胺酸酶 (Tyrosinase) 活性，減少黑色素 (Melanin) 合成。標準用量2-8%熊果素 (萃取液) 市售價格約1,000元/公斤。如上述初步試驗顯示芒果仁水萃取物具有應用為皮膚美白原料之潛力，同時也顯示芒果仁水萃物中含有熊果素以外的酪胺酸酶抑制成分。台灣芒果年產量 (106年) 約128,370公噸，除了鮮果外銷4,762公噸，大部分為國內食用及加工使用，推估每年產生的芒果廢棄物約有57,700公噸，有系統收集加工廢棄芒果籽，經前處理及保存，可供整年美白原料製造所需，創造作物的附加價值。



圖三、芒果仁水萃取物抑制酪胺酸酶活性。



圖四、芒果仁水萃取物 (MKext) 抑制斑馬魚黑色素合成試驗。



圖五、熊果素抑制黑色素合成機制。

淺談甜瓜白粉病抗性基因

農試所生技組 林思妤　農試所農場組 王毓華

一、前言

甜瓜（*Cucumis melo L.*）為葫蘆科一年生作物，俗稱美濃瓜、哈密瓜、香瓜及洋香瓜。根據聯合國糧農組織（Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO）統計，近30年來全球甜瓜栽培面積及產量持續攀升，至2016年栽培面積約125萬公頃，產量約3千萬噸，為全球重要高經濟價值作物之一。甜瓜性喜溫暖、多日照的環境，台灣主要產區為雲嘉南及高屏地區，採露天或設施栽培，露天栽培大多以PE塑膠布隧道棚匍匐式栽培，設施栽培則以溫室栽培為主，這些栽培方式雖具保溫、調節產期及提高果實品質等優點，但也因較不通風且無雨水沖刷反而成為甜瓜重要病害-白粉病之溫床，嚴重時不只造成產量品質下降，甚至全株枯萎無法收成。

白粉病孢子飄散距離遠且無孔不入，台灣的甜瓜栽培幾乎全年難逃其害，目前雖能以農藥防治，但對環境、農民及消費者健康有潛在危害，且若錯過防治階段則一發不可收拾，農民心血付之一炬，因此育成抗白粉病甜瓜品系為當務之急並為治本之道。近三十年來分子輔助育種蓬勃發展，相較於傳統育種僅從外表型（外表型態）進行選育，分子輔助育種從基因體（DNA）及轉錄體（RNA）層級探討各種特性之基因位置，並設計分子標誌輔助篩選帶有目標基因之個體，使育成新品種的時間大幅縮短。因此本篇彙整前人甜瓜抗白粉病之基因體及轉錄體資訊，冀能有助於抗白粉病甜瓜品種之育成。

作　　者：林思妤助理研究員
連絡電話：04-23317355

二、甜瓜白粉病發病情形

根據研究，台灣甜瓜之白粉病是由*Podosphaera xanthii* 病原菌所引起，可在甜瓜全生育期中發生，其孢子藉由風力傳播，在冷涼（20-28℃）、少雨的環境下易發病，初期感染呈現白色粉狀圓點（圖一），感染嚴重則白粉遍佈莖、葉及果實（圖二），影響植株行光合作用，最終導致產量下降甚至全株凋亡。白粉病為絕對寄生菌，寄主包含葫蘆科、茄科、豆科及果樹等，因此田區四周之農作物、樹及雜草等也常為白粉病寄主，只要溫度、濕度合適，甜瓜即受感染，十分難防治。

三、甜瓜抗病基因與白粉病生理小種錯綜複雜的關係

甜瓜白粉病為全球共通病害，根據研究已可能有超過28個生理小種，由於甜瓜抗病基因對白粉病生理小種具專一性，也就是同一甜瓜品種只抗白粉病某些生理小種，因此隨著病原菌族群的變化（不同地區、時期盛行的生理小種不同），可能有抗白粉病品種突然不抗病之情形發生，造成農民的疑惑。然而實際上並非該甜瓜品種失去抗性，而可能是不同的白粉病生理小種在該地區出現或增加，而該甜瓜品種對新出現的生理小種不具抗性。法國學者Pitrat 於1998年提出甜瓜白粉病生理小種鑑別方法，利用7個甜瓜鑑別品種區分出5個生理小種，分別為生理小種0、1、2U、2E、3、4及5，依照此方法，台灣目前已發現白粉病生理小種 1及生理小種 5，以生理小種1較普遍（黃及王，2007）。

如同上段所述，甜瓜不同品種（具有不同抗病基因）可抗的白粉病生理小種不同，因此國際上已有許多學者深入探討甜瓜抗病基因與白粉病生理小種的關係。然而，雖然已有多篇研究定位出甜瓜白粉病抗性基因座，不過研究結果較難整合，造成育種上難利用這些抗性資訊，原因歸納為以下兩點：

1. 各研究接種不同之白粉病生理小種：部分研究僅接種單一白粉病生理小種，並種於隔離溫室或生長箱避免空氣中其它生理小種孢子感染，此類型研究較易確立甜瓜品種及白粉病生理小種之關係；但部分研究同時接種多個生理小種或於田間自然發病，因此難釐清甜瓜抗性基因及白粉病生理小種之關係。
2. 白粉病生理小種多且鑑別方式不同：白粉病病原菌經分離純化後，使用鑑別品種將之定義為不同生理小種，因此若使用不同系統之鑑別品種，同一支生理小種可能被歸類成不同生理小種名稱。

圖一、初期感染呈現白色粉狀圓點。

圖二、感染嚴重則白粉遍佈莖、葉及果實。

基於上述原因，甜瓜白粉病抗性基因與白粉病生理小種間的關係仍難以釐清，因此下一章節筆者統整目前已發表之抗性基因座，冀能有助於甜瓜抗白粉病品系之育成。

四、甜瓜白粉病抗性相關基因及遺傳機制

甜瓜白粉病為全世界共通之課題，目前甜瓜的白粉病抗性基因已找到數十個數量性狀基因座（Quantitative trait locus, QTL），但仍未有任一抗性基因被解序。甜瓜白粉病抗性 QTL 已被定位於第2、5及12號染色體（表一），在第二條染色體上的有*Pm-x1,5*、*Pm-x3*、*qPM2*、*Pm-Edisto47*、*Pm-2F*、*Pm-pxA*及*pm-x*，前6個基因座位在染色體前端，與 CMBR41、CMBR120、CMBR8 分子標誌遺傳距離相近；*pm-x* 位於2號染色體尾端，與甜瓜抗矮南瓜黃化病毒基因座 *Zym* 及西瓜嵌紋病毒-2基因座 *Wmr* 連鎖（Fazza et al.,2013；Zhang et al., 2013；Ning et al., 2014；Wang et al., 2016）。白粉病抗性基因座 *Pm-w*、*Pm-AN*、*Pm-R5*、*Pm-R1-2*及*PmV.1* 被定位於5號染色體，前4個基因座皆與粉蝨及病毒抗性基因 *Vat* 連鎖（Wang et al., 2011；Yuste-Lisbona et al., 2011)。*PmXII.1* 及 *Pm-pxA/B* 位於12號染色體，*Pm-pxA/B* 與 CMBR111 及 CMBR150 分子標誌連鎖（Perchepied et al., 2005；Fukino et al., 2008）。上述白粉病抗性基因座來自不同抗病品系及雜交分離族群，也因接種不同白粉病生理小種而有不同抗性表現，不過有趣的是即使植物材料及接種原不同白粉病抗性基因仍有聚集於同一區域之趨勢，如2號染色體前端及5號染色體 *vat* 附近。

在遺傳模式方面，研究指出甜瓜白粉病抗性可能由一至兩對主效基因控制，且多為顯性，如：*qPM2* 為顯性主效QTL，可解釋75.85%之變異性；AR5品系對白粉病 race 1 之抗性QTL 位於第2及12條染色體，分別解釋12-13%及41-46%。另有研究指出可能由上位基因（digenic epistatic model）調控，如Pm-x1,5 及 Pm-x3 之 F_2 世代分離比與13:3無顯著差異。

五、甜瓜白粉病轉錄體研究

在轉錄體層面，Zhu等人(2017)比較甜瓜抗病品系 MR-1 與感病品系 Topmark 表現量之差異，發現10個基因可能與白粉病抗性有關，可歸類於7個功能：病原識別、訊息傳導、轉錄因子、植物抗禦素生合成、一次代謝、MLO(Mildew resistance locus O）基因家族及 PR (Pathogenesis-related) 蛋白質。Howlader等人 (2016) 探討不同白粉病生理小種對甜瓜MLO基因家族之影響，發現其中4個MLO基因對白粉病生理小種具有專一性。

除了由甜瓜轉錄體探討抗性基因，也可從白粉病病原菌轉錄體著手探討。白粉病病原菌*Podosphaera xanthii*基因體大小較其他真菌大 (>120 Mb)，2016年進行轉錄體定序，共發現53個候選效應蛋白（Candidate secreted effector proteins）可能與寄主和病原間交互作用相關，而部分候選效應蛋白在接種後24小時有最

大表現量，這與病原菌吸器入侵寄主細胞之時間相近，顯示寄主與白粉病間的攻防戰可能於接觸後24小時內即發生（Vela-Corcía et al., 2016）。

六、結語

白粉病常年為害全世界甜瓜產量及品質甚鉅，目前已有許多研究找到白粉病抗性基因座，多數位在第2、5、12號染色體上，惟各篇研究使用材料（雜交族群、生理小種、接菌環境汙染可能性等）不同，以及分離族群間無共通之分子標誌，使這些基因座資訊於育種上較難通用。未來可利用全基因體關聯性分析(Genome-wide association study, GWAS)，配合單一核苷酸多行性 (single nucleotide polymorphism, SNP) 較密集、物理位置明確、較易進行不同分離族群間比較等優

表一、甜瓜白粉病抗性基因

抗性基因座名稱	染色體	分離族群及個數	白粉病生理小種	鄰近分子標誌(類型)	文 獻
qPM2	2	TARI-08874×白梨瓜 F2族群(232及252)	race 1	CSJCT358–CMBR120間(2.7 cM)	Wang *et al*., 2016
Pm-Edisto 47-1	2	Edisto47(抗性來自PI124112)×Queen BC1族群(632)	race 1	CMGA36與SSR252089間(4.2 cM)	Ning *et al*., 2014
Pm-x1,5	2	PI414723(抗race1、3、5)×Védrantais F2族群(87)	同時接種race 1、3、5	距CMBR41及CMBR120分別為23.3及32.6 cM	Fazza *et al*., 2013
Pm-x3	2	PI414723(抗race1、3、5)×Védrantais F2族群(87)	同時接種race 1、3、5	距Pm-x1,5 5.1 cM；距CMBR41及CMBR120分別為18.2及27.5 cM	Fazza *et al*., 2013
Pm-2F	2	K7-1×K7-2 RIL(106)	race 2F	CMBR120-CMBR8 (3.1 cM)	Zhang *et al*., 2012
Pm-pxA	2	AR5×Earl's Favourite(Harukei3) RIL(93)	race pxA	CMBR120-CMBR8 (4.8 cM)	Fukuno *et al*., 2008
Pm-x	2	抗性來自PI414723	race 1	CMGA36-E42/M31_219(25.2 cM)	Pitrat *et al*.,1991 Perin et al., 2002
Pm-w	5	抗性來自WMR29 (抗race1、2、3)	race 2	E46/M40_8-E35/M35_7 (11.8 cM)	Pitrat *et al*., 1991 Perin et al., 2002
Pm-AN	5	Ano2×Hami413F2族群(143)Ano2×Queen F2族群(118)	田間自然感染，鑑定為race 1	RPW-ME/E1(1.4 cM)	Wang *et al*., 2011
Pm-R5	5	TGR-1551×Bolade Oro F2族群(159)	同時接種race 1、2、5	與PM3-CAPs及MRGH5緊密連鎖	Yuste-Lisbona *et al*., 2011
Pm-R1-2	5	TGR-1551×Bolade Oro F2族群(159)	同時接種race 1、2、5	距Pm-R5 0.3 cM，與MRGH63緊密連鎖	Yuste-Lisbona *et al*., 2011
PmV.1	5	PI124112×Védrantais RIL(120)	分別接種race 1、2、3、4、5	-	Perchepied *et al*., 2005
PmXII.1	12	PI124112×Védrantais RIL(120)	分別接種race 1、2、3、4、5	-	Perchepied *et al*., 2005
Pm-pxA/B	12	AR5×Earl's Favourite(Harukei3) RIL(93)	分別接種race pxA及pxB	CMBR111-CMBR150 (6.6 cM)	Fukuno et al., 2008

園藝作物

勢，探討甜瓜白粉病抗性基因之位置。另外也可配合轉錄體資訊，開發功能性分子標誌 (functional marker) ，提升分子標誌輔助育種之精準度與效率，尤其可應用於堆砌多個抗病基因。

七、參考資料

黃晉興、王毓華 (2007)。台灣甜瓜白粉病菌*Podosphaera xanthii* 的生理小種。台灣農業研究56:307-315。

Chang, C. W., Wang, Y. H., & Tung, C. W. (2017). Genome-wide single nucleotide polymorphism discovery and the construction of a high-density genetic map for melon (*Cucumis melo* L.) using genotyping-by-sequencing. Frontiers in plant science, 8, 125.

McCreight, J. D. (2006). Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. Journal of the American Society for Horticultural Science, 131(1), 59-65.

Ning, X., Wang, X., Gao, X., Zhang, Z., Zhang, L., Yan, W., & Li, G. (2014). Inheritances and location of powdery mildew resistance gene in melon Edisto47. Euphytica, 195(3), 345-353.

Perchepied, L., Bardin, M., Dogimont, C., & Pitrat, M. (2005). Relationship between loci conferring downy mildew and powdery mildew resistance in melon assessed by quantitative trait loci mapping. Phytopathology, 95(5), 556-565.

Périn, C., Hagen, L., De Conto, V., Katzir, N., Danin-Poleg, Y., Portnoy, V., ... & Pitrat, M. (2002). A reference map of *Cucumis melo* based on two recombinant inbred line populations. Theoretical and Applied Genetics, 104(6-7), 1017-1034.

Vela-Corcía, D., Bautista, R., de Vicente, A., Spanu, P. D., & Pérez-García, A. (2016). De novo analysis of the epiphytic transcriptome of the cucurbit powdery mildew fungus Podosphaera xanthii and identification of candidate secreted effector proteins. PloS one, 11(10), e0163379

Wang, Y. H., Wu, D. H., Huang, J. H., Tsao, S. J., Hwu, K. K., & Lo, H. F. (2016). Mapping quantitative trait loci for fruit traits and powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo*). Botanical studies, 57(1), 19.

Zhang, C., Ren, Y., Guo, S., Zhang, H., Gong, G., Du, Y., & Xu, Y. (2013). Application of comparative genomics in developing markers tightly linked to the Pm-2F gene for powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo* L.). Euphytica, 190(2), 157-168.

Zhu, Q., Gao, P., Wan, Y., Cui, H., Fan, C., Liu, S., & Luan, F. (2018). Comparative transcriptome profiling of genes and pathways related to resistance against powdery mildew in two contrasting melon genotypes. Scientia Horticulturae, 227, 169-180.

胡瓜根腐病之診斷

農試所植病組 黃晉與 張瑞璋

一、前言

造成胡瓜植株失水萎凋的原因眾多，其中一類是由真菌或類真菌感染根部、莖基部或維管束所造成的病害，使根部腐爛而喪失功能，或使維管束褐變堵塞，水分輸送困難，導致枝葉缺水而呈現萎凋的病徵。而能造成這類病害最常見的病原菌就是腐霉菌(*Pythium* spp.)、疫病菌(*Phytophthora* spp.)與尖鐮孢菌(*Fusarium oxysporum*)等3種類型 (圖一與圖二)。

二、緣由

今(2018)年5月創紀錄的連續高溫(中午都超過37℃)，讓溫室栽培的胡瓜狀況頻傳，一夕之間，草屯一溫室即有多棵成株掛彩，甚至成排的胡瓜驟然萎凋，農友以為是缺水問題，不斷給水卻未改善，眼見正在結果且即將採收之際，胡瓜陸續死亡，真是叫人欲哭無淚。而同一設施下的小果番茄與罹病胡瓜相鄰而立，卻安然無事，農友不解，急傳植物病害專家臨場診斷。經過一番巡視，瞭解園區發病樣態，農友上季栽培歷史及本次胡瓜栽培的材料與栽種方法，加上檢視病株根系及維管束等罹病部位。發現此次病害最重要且獨特的病徵，就是根系開始衰敗，根毛脫落，維管束未明顯褐變，也無菌泥及根瘤病兆，初步判斷根系受微生物感染，須帶回病株取樣化驗。由根部與莖基部之病原菌分離結果顯示，從罹病株根部分離到大量腐霉菌 *Pythium aphanidermatum*，且90%的根系都已受損，根毛受害消失，喪失吸收水分功能，致葉片急速萎凋，而部分的莖部也可分離得到該腐霉菌。鄰近植株外表正常的健株，雖無萎凋病徵，但根系已開始受害，10-50%的根毛已出現感染的症兆，可預測這些相鄰且看似健康的植株，不久可能步入相同根腐萎凋的命運(圖一A、B)。

不僅是土耕的胡瓜，介質耕的胡瓜成株更常在夏季發生失水萎凋的病害，大多數的案例也是由 *P. aphanidermatum* 感染所造成，在介質重複使用下易發生

作　　者：黃晉興副研究員
連絡電話：04-23317509

此病害，尤其是高溫的環境，長條型栽培槽會出現大量胡瓜植株在短短數天即出現一整槽的植株枯萎病徵 (圖一C、D)，而莖基部腐敗與細根衰敗脫落的病徵如同前述一樣，是診斷鑑定的重要症狀。另外，偶爾冬季介質耕的胡瓜成株也會出現失水萎凋的病徵(圖一E、F)，雖一樣能從罹病組織分離得到腐霉菌 *Pythium* sp.，但種類不是好高溫的腐霉菌 *P. aphanidermatum*，而是好低溫的 *P. splendens*，這兩種病原菌是在台灣溫室胡瓜病株根部常發現的腐霉菌，經由人工接種可證明其病原性，而許多學術報告也證實是胡瓜病原菌。然而這兩種腐霉菌對番茄植株的毒力卻不高，故在溫室內常見番茄植株未見病徵，但胡瓜植株卻枯死一大票，顯示不同作物對同一種病原菌的感受性不同。

三、診斷

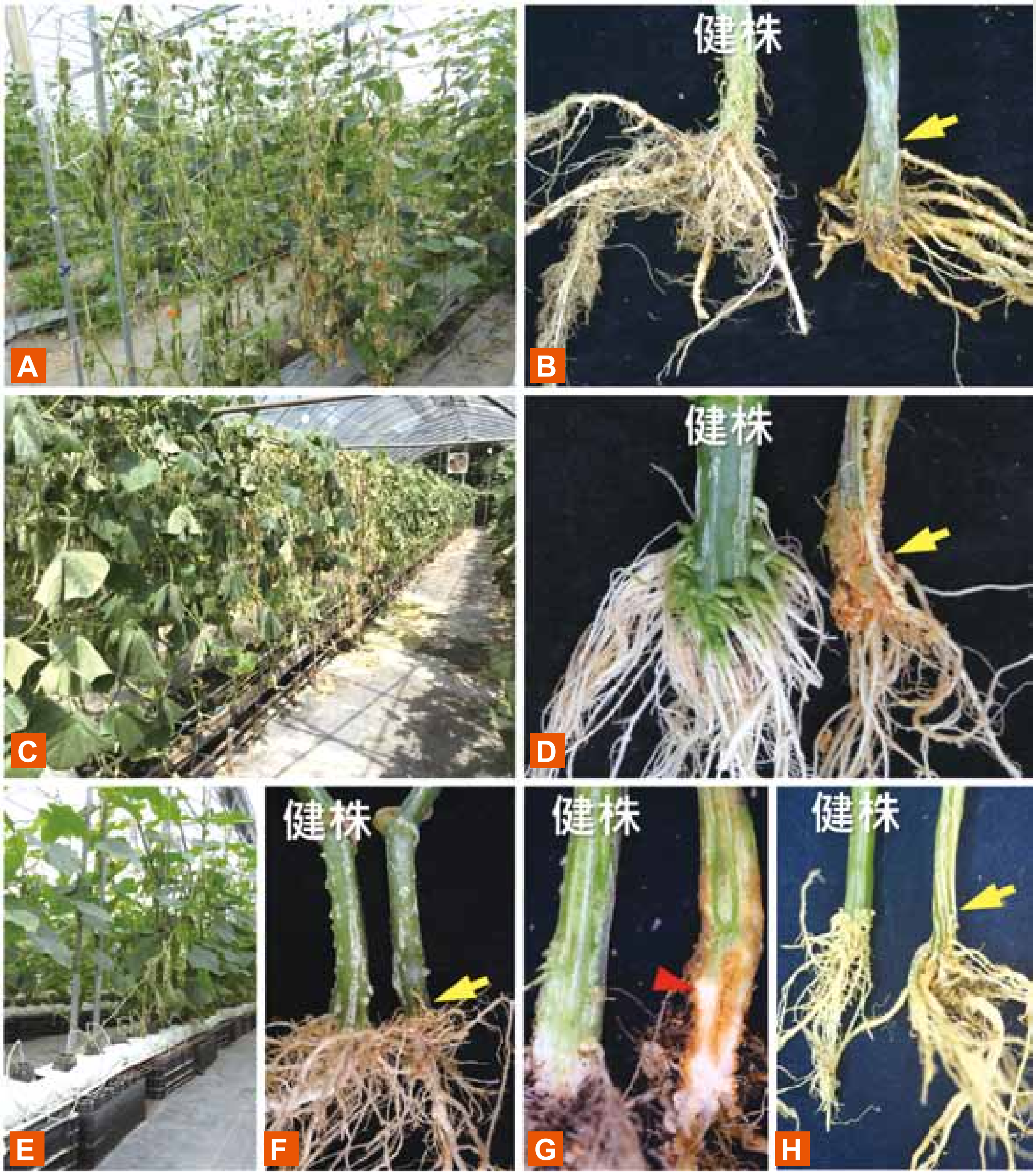
我們將這種由腐霉菌*Pythium* spp.引起病害稱為胡瓜根腐病，此與由疫病菌 *Phytophthora* spp.引起的胡瓜疫病不同，雖然都會引起萎凋，但主病徵不同。腐霉菌主要感染根部造成根毛脫落而主根衰敗，這時就已經使植株出現失水的病徵，而病原菌逐漸往上為害莖基部，就造成植株死亡，有時會出現莖基部水浸狀隘縮；疫病菌常直接感染莖基部，造成莖基部水浸狀隘縮、植株快速死亡，但細根通常會存在根部(圖一H)。這兩種病害通常不會造成維管束明顯褐化，但有些病株的維管束會出現輕微的褐化(圖一G)，這種維管束褐化的病徵常與另一種由鐮孢菌*Fusarium oxysporum* f. sp. *cucumerinum* 引起之胡瓜萎凋病混淆，但胡瓜萎凋病之病株通常根系會較完整，而病株常呈現黃葉或半側萎凋的病徵(圖二)，這三類病原菌造成胡瓜的病徵各有其差異性(表一)。不過用病徵來判斷病害並非最準確的方法，取罹病組織分離病原菌，加上用顯微鏡鑑定病原菌，才是最準確的診斷方法。

四、解析

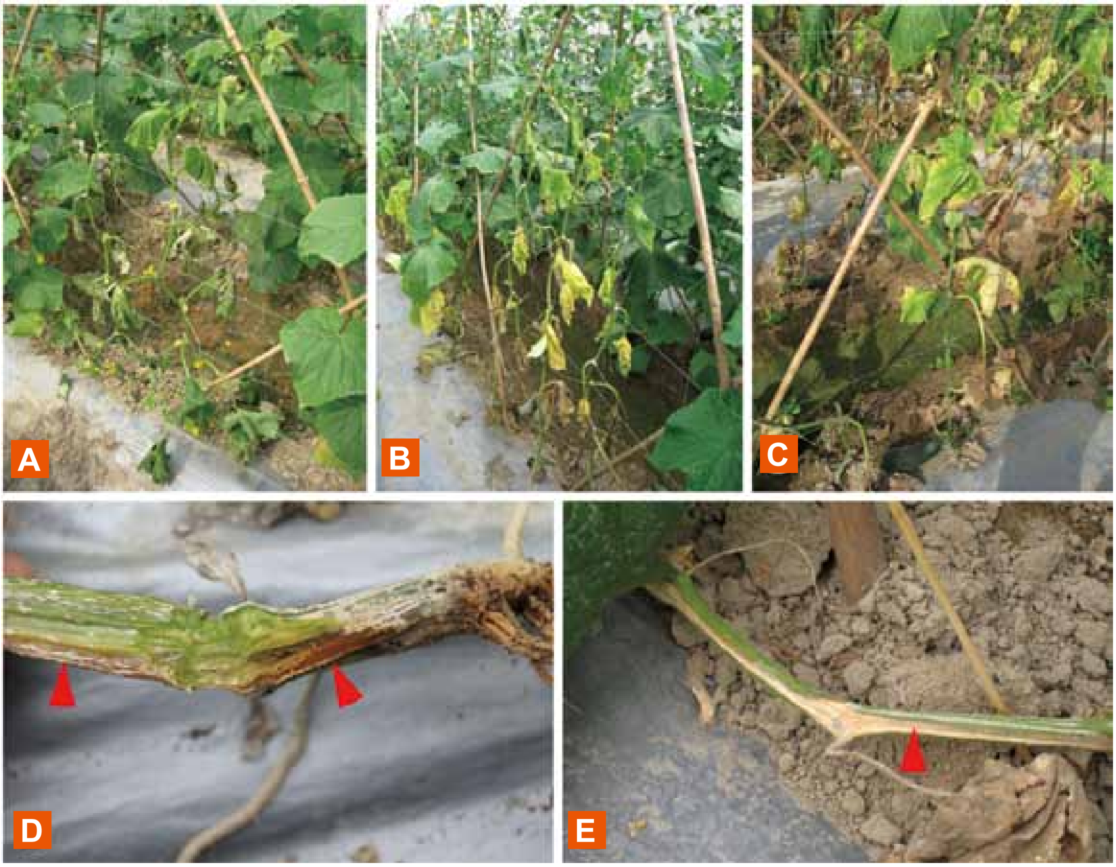
通常植物保護人員會認為腐霉菌 *Pythium* spp.只會感染植物幼苗，造成猝倒病，因病原性不強，不太會危害成株，然而近期突發的胡瓜根腐病案例，凸顯腐霉菌也會造成植物成株死亡。疫病菌 *Phytophthora* spp. 和腐霉菌 *Pythium* spp.皆屬於卵菌綱的微生物，可產生存活構造而存活在土壤中數年之久，在土壤湛水的條件下會產生游走子而藉

表一、胡瓜失水萎凋病害的病原菌與病徵的關係

病原菌	病徵				
	失水萎凋	半側萎凋	黃葉	莖基腐	根腐
Pythium spp.	快	不會	不會	多數會	嚴重
Phytophthora spp.	快	不會	不會	嚴重	輕微
Fusarium oxysporum	慢	部分會	多數會	輕微	輕微



圖一、由腐霉菌（ *Pythium* spp. ）造成胡瓜根腐病的病徵。夏季溫室介質栽培之胡瓜由 *P. phanidermatum* 感染而發生失水萎凋（A)，以及根與莖基部腐敗(B, 箭號)的病徵；夏季溫室土耕栽培之胡瓜由 *P. aphanidermatum* 感染而發生失水萎凋（C)，以及根與莖基部腐敗（D, 箭號）的病徵；冬季溫室介質栽培之胡瓜由 P. splendens 感染而發生失水萎凋（E)，以及根與莖基腐敗（F, 箭號）的病徵。由腐霉菌（*Pythium* spp.）造成胡瓜根腐病有時會造成維管束褐化（G, 箭頭)。由疫病菌*Phytophthora* spp. 感染也會造成胡瓜植株萎凋，罹染胡瓜疫病之莖基部隘縮但根腐則不甚明顯（H, 箭號)。



圖二、由鐮孢菌Fusarium oxysporum造成胡瓜萎凋病的病徵。急速失水(A)、黃葉(B)與黃葉初期(C)的病徵；莖基部腐敗不明顯但維管束明顯褐化(D, 箭頭)，而地上部30公分以上仍然會出現維管束褐化或半側維管束褐化的病徵(E, 箭頭)。(圖由王照仁博士提供)

水傳播。疫病菌的毒力較強，好發在雨季淹水之田地，有如恐怖份子，平時未發生則已，一旦發作會很嚴重，感染瓜類作物的疫病菌種類有 *Ph. melonis, Ph. capsici* 以及 *Ph. nicotianae*，皆屬於高溫菌，通常出現在夏秋季，感染的對象稍有差異，傳染的途徑也不大相同；腐霉菌毒力較弱，存在較廣，有如地痞流氓，常發現但不嚴重，種類也很多，其中 *P. aphanidermatum*在高溫季節會引起作物病害，而 *P. splendens* 卻好發在低溫季節。本次案例是因高溫壓迫，農民灌水讓 *Pythium aphanidermatum* 族群大發生，大量破壞根毛造成急速萎凋。

五、防治

胡瓜根腐病防治的方法有：1. 利用抗病根砧，如南瓜根砧已被廣泛使用，但抗病根砧最好要經過抗病檢定篩選；2. 介質可用蒸汽消毒或熱水浸泡(80℃ 15分鐘或60℃ 30分鐘)；3. 參考植物保護手冊，施用滅達樂、依得利等化學農藥，但要注意安全採收期；4. 施用安全植保資材，本所研究人員正在測試中。

馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒(PSTVd)之危害與侵入風險

農試所植病組 鄧汀欽

一、前言

馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒(Potato spindle tuber viroid, PSTVd) 可感染馬鈴薯、番茄、番椒及茄子等茄科作物，在田間可經接觸農機具、衣物和切刀等進行汁液傳播；也可系統性侵染至塊莖或果實中，或經花粉傳染到種子，藉此延長潛伏期，再經人為散佈，PSTVd可作長距離傳播，對茄科作物的生產具有威脅性，疫情一旦爆發更會擾亂現有馬鈴薯健康種薯繁殖體系，甚至影響番茄、番椒及茄子的採種作業(CAB International, 2017)。本文乃根據動植物防疫檢疫局所訂定「植物有害生物風險評估作業手冊」其中之「植物個別有害生物風險評估作業須知」進行PSTVd入侵、立足與擴散之可能性與危害度進行風險評估概要整理，以供讀者了解此一病害。

作　　者：鄧汀欽研究員
連絡電話：04-23317514

二、PSTVd風險評估之必要性

(一)啟動有害生物風險評估作業

台灣過去並無PSTVd的發生紀錄，但PSTVd已在其他國家或地區造成經濟或環境衝擊，可能經由貿易途徑傳入(EFSA Panel on Plant Health. 2011)。目前執行中的馬鈴薯健康種薯繁殖體系，依105年7月4日修訂的「馬鈴薯種薯病害驗證作業須知」規定，病毒檢定的種類及方法並未包括PSTVd，因此在不設防的情境下，若PSTVd傳入國內即可能蔓延，威脅茄科作物生產，極需相關產業人員密切關注與防範。

(二)可能的帶病植物源及來源國

依照「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」，由於PSTVd的存在，使下列國家或地區的繁殖用生植株，包括曼陀羅木屬 (*Brugmansia* spp.)、夜香木屬 (*Cestrum* spp.)、大理花屬 (*Dahlia* spp.)、曼陀羅屬 (*Datura* spp.)、藍花茄 (*Lycianthes rantonnetii*)、酪梨 (*Persea americana*)、好望角醋栗 (*Physalis peruviana*)、果醬木 (*Streptosolen*

jamesonii)，或繁殖用生植株及種子，包括番椒屬 (*Capsicum* spp.)、矮牽牛屬 (*Petunia* spp.)、茄屬 (*Solanum* spp.)等之進口須符合有條件輸入植物或植物產品之檢疫條件，即應檢附輸出國植物檢疫機關(構)簽發之植物檢疫證明書，證明於輸出前經實驗室檢測未罹染馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒，否則銷燬或退運。上述須管制的疫區國家或地區包括：(1)亞洲及太平洋地區：阿富汗、 澳大利亞、亞塞拜然、孟加拉、中國大陸、喬治亞、印度、伊朗、以色列、日本、紐西蘭、土耳其，(2)非洲：埃及、奈及利亞，(3)歐洲：奧地利、白俄羅斯、比利時、克羅埃西亞、捷克、德國、希臘、匈牙利、義大利、馬爾他、蒙特內哥羅、荷蘭、波蘭、俄羅斯聯邦、斯洛維尼亞、西班牙、英國、烏克蘭，(4)北美：墨西哥，(5)中南美：巴西、哥斯大黎加、多明尼加、秘魯、委內瑞拉等。

(三) PSTVd入台截獲記錄

有關茄科植物感染類病毒的檢疫措施，是在105年10月31日修正「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」後，才把PSTVd列入乙類管制，其在台灣的發生可能更早，雖然目前並無正式文獻報告台灣茄科植物感染類病毒的疫情，但茄科作物種子進出口被海關檢疫檢出，則有所聞 (廖彥博，2016)。林玫珠等2018年以薯球為樣本，篩檢國內及國外進口馬鈴薯，部份樣本即帶有PSTVd (圖一)，田間的植株也可檢出PSTVd (圖二)。

三、PSTVd之基本資料

(一) PSTVd對農業與生態造成之衝擊

PSTVd影響之地區廣大，在中國等許多國家都是檢疫性病害，除馬鈴薯外，還能侵染番茄、甜椒、辣椒、茄子、燈籠果、酪梨以及許多觀賞植物，是中國馬鈴薯生產上的一項重要病害(邱彩玲等，2014)。OEPP/EPPO 1978年將PSTVd列為A2類檢疫管制害物之後，歐盟隨即加強入境檢疫、檢討改進健康種(子)苗繁殖驗證體系、有效執行病害管理、及注意田間衛生等措施，目前有部份國家宣稱已撲滅其境內之PSTVd (CAB International, 2017)。其他將PSTVd列為檢疫管制的國家還有中國、南韓、印度、土耳其、澳大利亞、加拿大、墨西哥、巴西、及烏克蘭 (EFSA Panel on Plant Health. 2011)。南韓與澳大利亞都已認定台灣為PSTVd疫區，相關貨品需符合檢疫條件才能進口。

PSTVd是目前進口檢疫規程中的檢疫對象之一，同時可經茄科種子及塊莖傳播的途徑，如入侵我國，目前無法以農用藥劑滅除，執行中的「馬鈴薯種薯病害驗證作業須知」亦未針對PSTVd進行防疫措施，其他茄科作物田間病害管理也忽略PSTVd的因素，將使馬鈴薯、番茄、茄子及番椒等作物極易遭PSTVd感染，且將迅速蔓延。

2008-2017年台灣平均每年馬鈴薯種植面積有2,370公頃，茄子1,342公頃，番茄4,797公頃，番椒2,356公頃，總計上萬公頃的產業，若有PSTVd發生，國內高光

照、溫熱且乾燥的環境有利病原立足繁殖，PSTVd將在作物、期作或栽培區間流行，造成一般栽種農戶的產量損失或增加病害管理成本。

此外，茄科種子出口是台灣種苗業者的大宗營業項目，2003 - 2016年每年平均出口番茄種子2,090公斤，產值39,198,000元；番椒種子214公斤，產值3,462,000元；茄子種子484公斤，產值2,460,000元。出口目的國包括中國大陸等101國或地區。部份國家已明文規定PSTVd的檢疫管制，因此這些作物在台灣採種出口將增加作業成本。

再者，馬鈴薯莖頂生長點組織培養脫除PSTVd的效果不佳，須動用冷凍技術(Paduch-Cichal and Kryczynski, 1987)，若現有馬鈴薯種原已遭受感染，就要嚴格篩檢汰除病株，重整健康種薯繁殖體系(Morris and Smith, 1977; Singh and Crowley, 1985)。至於實生種子健康種原的重建，田間隔離採種過程中需及時監控PSTVd感染植株的情形，採收前須普查採種田，篩檢未受感染的植株才能被採種，從而脫毒復壯免除疫情。

(二) PSTVd寄主範圍 (Host Range)

PSTVd主要寄主範圍在茄科植物，PSTVd感染的馬鈴薯植株葉片挺直，葉色較深綠，有皺摺，莖頂小葉向上捲。腋芽可能會增殖，產生類似簇葉的症狀。植物發育遲緩，塊莖小而細長，呈圓柱形、紡錘形或啞鈴形，芽眼明顯凹陷，均勻分佈在塊莖上。發芽速度比健康塊莖慢 (Hooker, 1981)。PSTVd感染的番茄病徵，植株頂端葉片上偏生長，葉面粗糙皺摺，植株中部的小葉中肋壞死，葉片黃化。嚴重時，植株發育遲緩，莖頂葉小而緊縮，中葉脫落 (Jones et al, 1991)。

(三) PSTVd傳入之可能性

PSTVd依附在輸入植物貨品可能傳入之途徑(Pathway)有4項媒介貨品：(1)種

圖一、篩檢國內及國外進口馬鈴薯，部份樣本帶有PSTVd。

圖二、田間馬鈴薯植株檢出帶有PSTVd。

薯、(2)種子、(3)生鮮植物之各部位、(4)供消費之植物產品。

傳入途徑1：種薯

PSTVd可經種薯傳播，在產地依附種薯輸入的可能性很高，若進口種薯未有檢疫措施，國內防疫亦忽略PSTVd，則有可能已藉此途徑傳入國內。

傳入途徑2：種子

馬鈴薯：中國境內的馬鈴薯實生種子被報告有70% 的種子批號（seed lots）帶有PSTVd，甚至貯存21年的種子還可檢出PSTVd (Singh et al., 1991)。若以種子繁殖馬鈴薯，可去除多數病毒，但對PSTVd無效(Singh and Crowley, 1985)。研究目的作種原交換外，台灣經濟栽培所種植的馬鈴薯不以種子繁殖，PSTVd較無可能藉此途徑傳入國內。

番茄、番椒、 茄子等：茄科作物的種子可以傳染PSTVd (Singh, 1970)，因此境外輸入帶有PSTVd的番茄種子，可以引發疫情(Brunschot, et al., 2014；Elliott, 2001)。目前包括荷蘭、中國大陸、日本、泰國、越南、等多數國家都是疫區，目前已有乙類管制的檢疫措施，惟之前進口未經檢疫，國內防疫亦忽略PSTVd，則有較高風險藉此途徑傳入國內。

傳入途徑3：生鮮植物之各部位

PSTVd 經系統性感染，可存在於茄科植株全部，包括果實、根、莖、葉、花、花粉、果實、種子、塊莖等部位，目前無農用藥劑可以去除，因此在原產地感染的PSTVd都可隨果實、種子或塊莖輸入。2003-2017年間每年平均進口16,825公噸生鮮或冷藏馬鈴薯(表一)(貨品分類：07019000003，種薯除外)(圖三)，來源國包括：澳大利亞、美國、紐西蘭、日本、印尼，這些具有繁殖能力的薯球若部份帶有PSTVd而被移作種用，亦可能在台灣造成疫情。

傳入途徑4：供消費之植物產品

可繁殖的材料外，進口植物產品以食用或觀賞用直接供作消費，或經處理或料理過的加工品，PSTVd仍有藉此傳入的可能，但機率較低。目前防檢局公告「輸出植物種子特定病原檢測作業要點」之PSTVd核酸檢測引子對DHL-55F/DHL-56R與Pospi1F/Pospi1R，無法順利偵測到台灣馬鈴薯之PSTVd (林玫珠等，2018)(圖四)。

就上述因子綜合考量，PSTVd藉由4種媒介傳入之可能性，包括：(1)種薯(風險高)，(2)種子(風險高)，(3) 生鮮植物之各部位(風險中)，(4) 供消費之植物產品(風險低)。

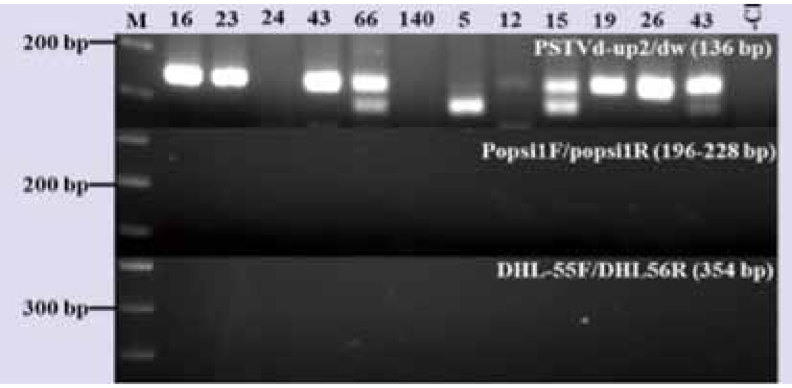
圖三、種薯除外，2003-2017年間每年平均進口16,825公噸生鮮或冷藏馬鈴薯，來源國包括：澳大利亞、美國、紐西蘭、日本、印尼。

(四) PSTVd 及其寄主對我國自然環境及氣候之適應性

高溫高光照及乾燥環境下，PSTVd感染馬鈴薯會表現較明顯的病徵與較高的濃度(Harris and Browning, 1980; Singh, 1983)，因此PSTVd可適應我國自然環境及氣候。PSTVd系統性感染寄主，傳播途徑多，寄主範圍廣，初期病徵不明顯，易逃過田間衛生管理，即使設施栽培也難將之隔離，因此立足之潛力高。PSTVd 系統性感染寄主，可存在植株全部，包括果實、根、莖、葉、花、花粉、果實、種子、塊莖等部位，目前無農用藥劑可以去除，生長點培養去除病毒的效益不高。PSTVd絕對寄生，系統性感染寄主，散佈在植株全部，隨無性繁殖材料如塊莖、扦插苗或有性實生種子作長距離傳播。近距離則靠汁液接觸傳播或蚜蟲媒介傳播。

四、結語

台灣茄科主要作物包括馬鈴薯、茄子、番椒、番茄等每年上萬公頃種植面



圖四、田間馬鈴薯PSTVd核酸檢測結果，目前「輸出植物種子特定病原檢測作業要點」所公告之引子對Pospi1F/Pospi1R與DHL-55F/DHL-56R，無法偵測到台灣馬鈴薯之PSTVd。

表一、台灣進、出口馬鈴薯種薯數量表* (2003-2017年)

年	進口 數量 (kg)	進口 價值 (千元)	進口 From 來源國	出口 數量 (kg)	出口 價值 (千元)	出口 Toward 目的國
2003	39,916	1,822	US	0	0	
2004	19,958	894	US	0	0	
2005	9,888	504	US	0	0	
2006	0	0		0	0	
2007	0	0		7	5	CN
2008	0	0		1,602	147	AU,DO,US
2009	8	68	US	600	51	AU
2010	205	374	US	0	0	
2011	19,051	474	US	0	0	
2012	20,412	474	US	0	0	
2013	0	0		1,800	135	HK
2014	0	0		0	0	
2015	40,143	1,265	US	0	0	
2016	0	0		14	1	HK
2017	24,041	468		0	0	
總數	173,622	6343		4,023	339	

財政部關務署進、出口貨物數量、價值查詢 - 統計資料庫查詢
https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA03
*貨品分類：07011000000 (種薯，Seed tubers)

積的產業，若有PSTVd發生，造成病害流行於作物種類、期作或栽培區之間，將直接造成栽種農戶的經濟損失或增加病害管理的成本。若現有馬鈴薯種原已遭受感染，即須嚴格篩檢汰除病株，重整國內的健康種薯繁殖體系，須再次修訂「馬鈴薯種薯病害驗證作業須知」。PSTVd傳播途徑多，寄主範圍廣，容易存活，無農藥可以殺滅，因此馬鈴薯、茄子、番椒、番茄等作物之田間病害管理費用需要增加，是以國人對於PSTVd之危害與防杜，萬不可輕忽。

五、參考文獻

邱彩玲、呂文河、呂典秋、白豔菊、魏琪、劉尚武、董學志、耿宏偉、萬書明、魏峭嶸。(2014) 4個馬鈴薯品種感染馬鈴薯紡錘塊莖類病毒(PSTVd)的症狀。植物保護40 (6): 159-163。

林玫珠、林羿廷、鄭櫻慧、周建銘、鄧汀欽。(2018) 感染馬鈴薯的馬鈴薯紡錘形塊莖類病毒之檢測與調查。106年度植病學會年會論文宣讀。

廖彥博。(2016) 台灣茄科類病毒快速診斷方法之建立與應用。台灣大學植物病理與微生物學研究所學位論文。33頁。

CAB International (2017) Datasheet report for Potato spindle tuber viroid (spindle tuber of potato). Crop Protection Compendium, 2017 Edition. Wallingford, UK http://www.cabicompendium.org/cpc

EFSA Panel on Plant Health (2011) Scientific opinion on the assessment of the risk of solanaceous pospiviroids for the EU territory and the identification and evaluation of risk management options. EFSA Journal, 9(8): 2330; 133 pp. www.efsa.europa.eu/efsajournal.htm

Hooker, W. J. (Editor). (1981) Compendium of potato diseases, pp. 89-90. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Jones, J. B., Jones, J. P., Stall, R. E., and Zitter, T. A. (Editors). (1991) Compendium of tomato diseases, pp. 42-43. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Morris, T. J., and Smith, E. M. (1977) Potato spindle tuber disease: procedures for the detection of viroid RNA and certification of disease-free potato tubers. Phytopathology 67: 145-150.

Singh, R. P. (1970) Seed transmission of potato spindle tuber virus in tomato and potato. American Potato Journal 47: 225-227.

Singh, R. P., Boucher, A., and Wang, R. G. (1991) Detection, distribution and long-term persistence of potato spindle tuber viroid in true potato seed from Heilongjiang, China. American Potato Journal 68(1): 65-74.

Singh, R. P, and Crowley, C. F. (1985) Successful management of potato spindle tuber viroid in seed potato crop. Canadian Plant Disease Survey 65(1): 9-10.

最新之台灣葡萄晚腐病研究 從病徵與生態看防治

農試所植病組 林筑蘋 蔡志濃　退休人員 安寶貞

葡萄晚腐病菌種類與病徵跟以往的認知不同

一、前言

葡萄晚腐病 (grape ripe rot, grapevine anthrancnose)，為目前葡萄產業最嚴重的病害之一，若未妥當防治，嚴重者可能造成全園幾無收成(圖一、二)。本研究室自2012年起，重新調查台灣葡萄晚腐病的田間生態，並且以多重序列分析鑑定葡萄晚腐病菌，結果顯示晚腐病至少由2種以上炭疽病菌(*Colletotrichum* sp.)引起，病菌種類以及引起之病徵與以往記錄不同。因此，期望藉由本文提供之最新研究進展，健全栽培防治處理面向，降低晚腐病帶來的損失。

二、感染部位與病徵

常見已知的果實被炭疽病菌感染產生晚腐病徵外，經田間生態調查與實驗室試驗證實，炭疽病菌也會感染葡萄嫩梢、葉片與花。

作　　者：林筑蘋助理研究員
連絡電話：04-23317536

1.果實：果實表面針點狀黑色凸起物，於潮濕時生成橘色菌泥；後期果實乾癟、落果(圖三、四)。

2.花穗、嫩梢與鬚：表面呈現黑色壞疽 (圖五)，嚴重時造成落花(圖六)，常被誤以為是露菌病，因此可能用錯藥、錯失防治時機。

3.葉片發病成為重要感染源頭：葉片病徵包括初期黑色壞疽、後期褐化黃暈、點狀斑點黃化、部分葉片葉脈黃化，嚴重者甚至落葉 (圖七)。以往都以為葉片不會受感染而未加以防範，卻成為重要感染源頭。

三、生態：病菌長期殘存於園區枝條

雖然園區看似在短時間（可能1～2週）內發病，實際上炭疽病菌一直殘存於田間。

本研究室自2015起於苗栗、台中、彰化，以及南投地區調查，結果顯示自果實採收後、清園至萌芽這段期間，「乾枯之葡萄葉」、「枝條」與「芽點」殘存炭疽病菌的比率高 (圖八)，且在表面不一定能看到明顯病徵。

推論病菌在果實採收後，仍持續殘存在枝條與落葉上，成為下季感染源；

圖一、雖然結果累累，但是半數果串未拆袋前即可看出落果、袋子表面有橘色污漬 等晚腐病病徵。

圖二、未套袋再加上防治不佳，一旦晚腐病肆虐可能使全園幾無收成。

圖三、巨峰葡萄(上)與綠皮品種(下)的晚腐病病徵：果實表面出現黑色、針點狀的凸起物。

高溫高濕下，藏匿於枝條或落葉的病菌在短時間內產生大量分生孢子，隨風雨噴濺到新生葉片、嫩梢或花上；結果期時，特別是若逢下雨，晚腐病菌便再從葉片感染到幼果上，一直到果實逐漸轉色時才顯現出病徵 (圖九)。

四、病原菌

葡萄晚腐病菌根據文獻報告紀載為*Colletotrichum gloeosporioides*，為炭疽病菌的一種。以往僅能藉型態鑑定，近年來藉由分子序列技術，鑑定技術日趨精細，也因此發現許多新種。本研究室蒐集自不同鄉鎮與不同年代之晚腐病菌，利用多重序列分析與親緣關係比對，結果顯示引起葡萄晚腐病的炭疽病菌可能包括*C. viniferum*與疑似新種之*Colletotrichum* spp.，對葡萄果實、葉片或者花皆具強烈病原性。另外，*C. fructicola*, *C. tropicale*，*C. siamense*，對葡萄亦有潛在的病原性，有待進一步證實。

特別的是，即便是同一鄉鎮，在不同園區或者不同年代，分離到的的炭疽病菌種類卻大不相同。病菌對於藥劑的敏感度可能不同，因此每季藥劑的防治效果亦不同，可能與田間存在的優勢炭疽病菌種類不同有關。

五、防治注意事項

炭疽病菌藏匿於枝條與落葉中，藥劑施用接觸範圍有其限制性，使用化學藥劑撲滅難免有所遺落，被遺漏的族群一旦適合環境即快速再次繁殖，長期使用藥劑下容易篩選出抗藥族群，防不勝防。因此，欲防治葡萄晚腐病，應特別注重綜合防治，從病害三角著手 (圖十)，尤其注重「增強葡萄抵抗力」，再來「降低病菌密度」以及「改善環境」。以下就病害三角環原則，列出各要點之防治原則。

(一) 改善環境，使病菌不良生長，或有利葡萄根系發育

可架設簡易網室隔離風雨，避免病菌隨風雨傳播。再來，改善土壤結構，促進葡萄根系發育，增強植物抵抗力。注重環境衛生，例如枝條與落葉帶菌比例高，清園期若暫置於田間，下雨時病菌可能隨雨水飛濺到植株上(圖十一)，應儘速帶離園區。而落葉方面，可施用益生菌加速自然分解，且益生菌亦可與晚腐病菌競爭營養與空間，降低晚腐病菌殘存的機會。

(二) 增強葡萄抵抗力

1. 注重栽培管理，時時保持葉片常綠，降低晚腐病菌感染與殘存機會

(1) 合理化施肥：經實際田間試驗，過多之氮肥會增加炭疽病感染的機會，讓病菌寄宿於上 (圖十二)。因此合理施用肥料為晚腐病防治重要的一環，可至各改良場諮詢適合自身田區之肥料施用模式。

(2) 適時施用微量元素「鈣」：鈣有助於

圖四、葡萄上的晚腐病病徵。潮濕時會出現橘色菌泥。

圖五、葡萄嫩梢與鬚上的晚腐病病徵，表面呈現黑色壞疽。

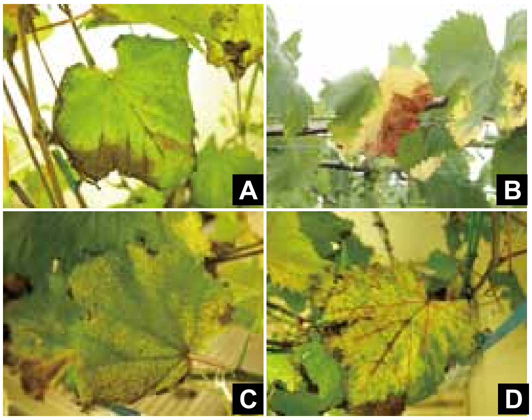
圖六、葡萄花上的晚腐病病徵：常被誤以為是露菌病感染，錯失防治時機。

增強植物細胞防禦能力，根據報導施用鈣能降低炭疽病菌引起的病害(Madani et al. 2016)。建議葡萄栽培過程中可於萌芽後至結果後1個月內，葉面每2週施用1次0.5-1%碳酸鈣。之後暫停施用，避免鈣濃度太高可能影響果粉生成。

(3) 施用益生菌：在幼果期至套袋後施用益生菌於葉片，有助於植株生長，並且維持葉片強健。

2. 隔離果實與病菌接觸機會─提早套袋

結果後一個月內，尤其在下雨前完成套袋；套袋前1天施用藥劑，降低病菌密度。



圖七、葉片感染晚腐病病徵，成為田間重要感染源頭。 A: 感染初期：葡萄葉由葉緣往內腐爛；B:後期褐化黃暈；C: 葉片密布點狀斑點，後期葉肉黃化；出現葉脈黃化。

圖八、果實採收後，晚腐病菌可殘存在褐化葉片與枝條，成為下一季的感染來源。

(三) 降低病菌密度

1.清園期仍應注重環境衛生

汰除枝條儘速移除田間，落葉利用益生菌加速腐熟，降低田間病菌密度。

2.清園期至套袋前施用藥劑

(1) 注重施藥時機，錯過則大幅降低防治

圖九、下雨時，晚腐病菌便從罹病葉傳播至幼果上潛伏感染。

圖十、病害三角環延伸出防治原則。

效果：尤其下雨前、後，視藥劑種類盡速使用，須注意有些藥劑最短於6小時內用藥完畢，最長為隔天。

(2)「非化學合成藥劑」：可選用廣效型的波爾多液(保護與治療，結果一個月內適量施用不影響果品)、石灰硫磺合劑(保護，適合下雨前施用)，或是肉桂精油製劑(保護，適合雨前施用，雨後則應於6小時內盡速施用，否則防治效果差)，對多數晚腐病菌皆具有防治效果。

(3)「化學藥劑」參考植物保護手冊：值得注意的是，各地區炭疽病菌種類不一，而不同病菌對藥劑感受性可能不同，所以每個區域的有效藥劑不一樣。但幸好，劉等人 (2016) 蒐羅台灣3縣市(南投、台中、彰化)共79株葡萄晚腐病菌進行測試，結果顯示「得克利」、「撲克拉」以及「撲克拉錳」對多數晚腐病菌皆具良好菌絲抑制效果，其次為「腐絕」、「賽普護汰寧」與「百克敏」等，可參考施用。

(4)添加展著劑，增加藥劑防治效果：在開始結果後一個月內施用合適之展著劑，非但不會影響果實果粉著生況，更有助於藥劑發揮殺菌功效 (圖十三)。各廠牌展著劑效果差異大，建議使用前需經小面積測試，若無問題再擴大使用。

(5)花穗若出現疑似病害，注意葉片是否同時出現晚腐病病徵(圖七)，以加強防治晚腐病；葉片若出現黴霜狀露菌病徵(圖十四)，則應加強露菌病的防治藥劑；可施用同時防治晚腐與露菌病的藥劑，如波爾多液、亞托敏、鋅錳座賽胺、鋅錳曼普胺，或鋅錳右本達樂等。

3.減少殺草劑使用頻率

巴拉刈與嘉磷塞等殺草劑有助炭疽病菌產生2-3倍分生孢子(高，2017)。因此當殺草劑接觸地面上已罹病之落葉，有可能會促使病菌產生分生孢子，待風雨

圖十一、清園期枝條暫置於田間，若未即時處理，下雨時晚腐病菌可能隨雨水飄散到果園內。

圖十二、試驗田A合理化施肥下葉片常綠； 試驗田B氮肥過多之易藏匿晚腐病菌。

飛濺至幼果。因此應避免頻繁使用除草劑，降低病菌傳播的風險。

六、結語

葡萄晚腐病係葡萄栽種最大限制因子，本文由病菌的病徵與生態切入，結合最新報告結果，歸類出以下結論加深印象，提供規劃葡萄晚腐病防治工作時參考：

圖十三、結果1個月內施用合格且適量之展著劑，對果粉生成幾乎無影響。

圖十四、葡萄露菌病葉片病徵。

(一)引起葡萄晚腐病的「病原種類」與「病徵」與以往認知不同，種類繁多

藥劑輪用仍是防治的非常重要的一環，可以降低抗藥性發生。由於不同園區的晚腐病原可能不同，藥劑產生的防治效果可能不一，因此每塊田適合的藥劑可能會有不同；葉片與花亦會出現病徵，且易與其他病害病徵混淆，應及時注意管理。

(二)藥劑防治(包括化學合成與非化學合成藥劑)雖然是必要的，但並非唯一途徑

透過本文可知，晚腐病原藏匿處複雜，因此無法單透過化學藥劑全面撲滅晚腐病原。

(三)防治管理首要注重增強植株抵抗力

保持葉片常綠，並且重視田間枯枝落葉的衛生管理，了解該病菌在葡萄園內可能的生態，以阻斷病菌生存。

七、參考文獻

高宏遠。2017。除草劑促進草莓炭疽病發生的副效應。國立中興大學植物病理學系碩士論文。69 pp。

劉興隆、沈原民、趙佳鴻、黃冬青、吳世偉、謝正雄。2016。套袋前藥劑噴濕果串處理對葡萄晚腐病防治效果評估。台中區農業改良場研究彙報131: 19-31。

Madani, Babak, Amin Mirshekari, and Elhadi Yahia. 2016. Effect of calcium chloride treatments on calcium content, anthracnose severity and antioxidant activity in papaya fruit during ambient storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 96.9: 2963-2968.

中國大陸金柑產地參訪見聞(上)

嘉義分所 唐佳惠　嘉義大學 呂明雄
花蓮場蘭陽分場 李建瑩　農糧署 吳佩香

一、前言

筆者與嘉義大學及農糧署、花蓮場人員於2013年前往中國大陸廣西壯族自治區，以6天行程深入參訪中國大陸最重要之鮮食金柑產區，並與各行政層級果樹主辦人員會談廣西的金柑產業發展，其中含括3市2縣2村鎮。走訪3處果園、2處生產合作社，3處柑橘類等水果及農業研究機構，1家蜜餞分裝加工包裝廠及4處農產零售市場等。茲將台灣與中國大陸(包括廣西)之金柑發展現況比較整理為文，期能提供相關產業從業人員之參考。

二、台灣與中國大陸金柑產區發展現況之比較

(一) 台灣金柑發展概況

1. 栽培品種

台灣目前栽培品種以長實金柑為主(圖一)，極少部分種植普通金彈(農友俗稱圓金柑)。長實金柑果形長橢圓形，果皮脆且甜微帶苦辣味，但果汁、果肉味偏酸，一般人鮮食數果尚可接受，多食則苦辣味漸次明顯。本品種產量高且稍耐黃龍病，但瘡痂病則頗嚴重。由於宜蘭縣的金柑產業長期以加工為主，農友對於較易裂果且產量表現稍差的普通金彈接受度較差，多選擇保留產量較高的長實金柑，因此，目前本品種占總栽培面積90%以上。普通金彈的果形較長實金柑稍微小一點，果皮脆且甜，果汁果肉亦較長實金柑酸度更低，較適合供應鮮果，然產量較低農友栽培意願不高。

2. 產業規模

台灣目前的金柑栽培面積約250.6公頃，年產量約3,785公噸。主要栽培縣市及面積依序為宜蘭縣229公頃(占全台91.4%)、屏東縣4.5公頃、高雄市4.3公頃、彰化縣4.3公頃及其他縣市總計8.5公頃。宜蘭縣主要栽培鄉鎮及面積依序為員山鄉116.8公頃(占縣內51%)，礁溪鄉92.2公頃(占縣內40%)，冬山鄉8.4公頃(占縣內0.037%)，其他鄉鎮僅零星栽培。較之近10年最高峰之民國99年(2010年)，全台栽培面積363公頃、產量5,542公噸，面積縮減31%而產量縮減32%，顯示產業面臨縮小整編中。

作　　者：唐佳惠助理研究員
連絡電話：05-2753152

3. 金柑產、製、銷概況

台灣金柑果實銷售方式包括由蜜餞加工廠進行收購、採共同運銷或直銷鮮果及少部分帶葉金柑鮮果，供節慶祭祀之用或旅遊景點攤販銷售。目前預估總產量之6成以上果實供加工用，而4成以高品質鮮果方式採共同運銷或直銷模式進行銷售。不同農民團體的銷售策略各異，茲舉例如下：

A. **礁溪鄉農會**：率先協助產銷班開發例如礁溪老爺酒店、礁溪長榮鳳凰酒店之迎賓禮市場，亦推動直銷宅配鮮果、帶葉鮮果供祭祀使用及發展觀光果園體驗採果樂等。迎賓禮用果，預估約占其輔導數量之25%左右，果實需經選別及分級後轉運各大飯店。扣除迎賓禮、帶葉鮮果、直銷鮮果及觀光果園外，其餘未符合鮮食規格之果實則全數供作加工，預估約占65%。

B. **蘭陽金柑生產合作社**：主要開發主婦聯盟、里仁、松青超市等通路，並改善管理技術以大幅提高鮮果供貨量，使其鮮果供應比率達75%-80%，其餘20%-25%仍供應加工。

C. **員山鄉農會**：大部分仍依賴蜜餞加工廠收購，其中約80%果實供加工，其餘20%多為觀光果園採果用。

D. **青果運銷合作社宜蘭分社**：由社員供應金柑，鮮果部分透過共同運銷送往台北一市、二市及三重果菜市場拍賣，約占3-4成，加工果則占6-7成，其中7成加工製品銷往日本，3成銷往國內名產店、飯店及餐廳等。該社收購金柑原料果以自行加工為主，於盛產期因受限產能，則將部分收購之金柑轉供應中南部加工廠加工。

(二) 中國大陸金柑發展概況

中國大陸著名的5大金柑產地分別為浙江北侖、江西遂川、湖南瀏陽、廣西陽朔及福建尤溪。近年因中國大陸沿海地區以工業或休閒農業 (例如鄉村旅遊) 為發展重點，且柑橘老產區的黃龍病為害嚴重等，而有果園面積縮減或更新等變動。目前中國金柑重要產區的排名已依序為：廣西省桂林市陽朔縣及柳州市融安縣；江西省吉安市遂川縣栽培面積約有7.5萬畝(約5,000公頃)，產量約4萬公噸，品種以金彈為主；福建省三明市尤溪縣栽培面積約3.5萬畝 (約2,333公頃)，產量約4萬公噸，品種以羅浮(長實金柑)及金彈為主；湖南省長沙市瀏陽縣栽培面積約有3萬畝 (約2,000公頃)，產量約1.5萬公噸，品種以金彈為主，而浙江省寧波市北侖區(包含鎮海區)，金柑栽培面積約700多公頃，年 量約6,000公噸，品種以金彈及羅浮為主。

(三) 台灣與廣西金柑產業發展概況比較

1. 產業規模

本文以廣西最大產區之陽朔縣為比較對象。近年廣西陽朔縣的金柑種植面積及產量均大幅增加，且市場遠遠未達飽和，故官方積極推廣而民間因有實際獲利，故亦努力配合。因此，多見大規模面積單作，甚至以滿山遍野來形容金柑產業之發展亦不為過(圖二)；反觀台灣金柑產業目前正面臨產業重組，未來走向仍待各界努力。

目前除宜蘭縣礁溪鄉林美地區及匏崙地區較多採用單一作物栽培之外，其他鄉鎮多為與柑橘類甚至其他果樹類混作。二相比較之下，大陸方面除了大面積、大規模之生產成本定然遠低於小農制之外，到貨數量及品質也是台灣望塵莫及。

2. 栽培品種

台灣栽培品種90%為長實金柑，若全數供應加工，專心發展多元而質優的加工產品，或可為產業保留一線生機。若要發展鮮食市場，除目前少數農友已有的普通金彈外，品種更新方面尚需充分努力，更新的品種可選擇如國內選育的金柑品種(黃水晶金柑)或長壽金柑等；甚至引進廣西融安之滑皮金柑，將鮮食及加工二者之市場區隔開來，以不同的生產管理方式進行栽培，促使產業轉型。

3. 鮮食市場發展策略

(1)果品安全：廣西近年強力推廣的滑皮金柑，因鮮食品質遠高於長實金柑，且官方致力推行「無公害農產品認證」，此點對台灣金柑競爭力之威脅亦不小。目前台灣金柑正在由加工轉型為鮮食，積極注重果實外觀，並加強病蟲害管理技術，雖然果品外觀可能改善，但連皮全果食用的食品安全，更需謹慎。

(2)品牌經營與運銷：宜蘭金柑產業之發展，仍限於宜蘭縣農會匯集宜蘭縣轄金柑產業，推出「蘭陽黃金柑」及宜蘭縣政府針對轄內所有優質農產品，推出「蘭陽嚴選」，發展空間仍然很大。

在運銷方面，員山鄉果農多數等待蜜餞加工廠收購，僅少部分經員山鄉農會專送水果批發市場拍賣，但比例不到全鄉產量之5%，且價格波動頗大，達20-40元新台幣/公斤。礁溪鄉之蘭陽金柑生產合作社經主婦聯盟、里仁及松青超市等通路，鮮果價格可達70-120元新台幣/公斤，但通路量約在50公噸左右。

反觀陽朔金柑及融安品牌的推展卻成效豐碩，例如「十佳金桔種植戶」及「十佳金桔銷售戶」等等品牌，其鮮果銷售多由各大型或中型城市之貿易商直接向果園下訂單，且多數供不應求。此外，即使未全數被貿易商直接下訂購買的種植戶，也可將果實送往白沙水果批發市場集貨，因此，銷售問題似乎較小。

圖一、宜蘭礁溪長實金柑果園概況。

圖二、中國金柑蓋膜。

除了廣西金柑多數由貿易商下訂供貨外，中國大陸其他地區如江西遂川或福建尤溪，仍以鮮果供應批發市場為主。

三、台灣與中國大陸金柑加工發展之比較

(一) 金柑加工原料供應情形

中國大陸早期金柑經濟栽培，集中在四川 (金堂、江津及重慶)、兩廣 (廣東高州最多，次為博羅、汕頭及海南島)、兩湖 (湖南為瀏陽及藍山，湖北為廣濟、宜昌及秭歸)、安徽(休寧及歙縣)、福建(尤溪較多，雲霄、長汀及上杭亦有)、浙江 (以寧波、溫州、黃岩、臨海、鄞縣、奉化、象山、寧海為主)、江西 (以遂川最多，金溪及臨川次之，寧都、南豐、瑞金及會昌等少量栽培)及江蘇 (以南通、啟東、海門及吳縣較多)等九個省分。近年因柑橘老產區病害問題嚴重、中國社經結構改變、加工用果收購價格低迷且產量表現漸次劣化等因素，許多金柑果園已廢耕或荒廢。

廣西金柑栽培面積仍然不少，但幾乎不提供加工果實，轉而主攻鮮食用果，其主因係鮮果單價高，若製成加工品在成本方面並不划算，且主要栽培品種適合鮮食，若轉作加工，其品質未必如長實金柑適合。

中國大陸各金柑產區中，供應加工果之生產量仍較多者，僅餘福建省漳州市雲霄縣下河地區等數處較為集中，下河金柑種植面積約2萬畝 (1,334公頃)，其中計有80%鮮果銷往廣東製造金柑蜜餞，且其經營模式為種植、銷售、加工一條龍的產業鏈，而不另外拓展市場。餘如浙江北侖的春曉鎮、江西、湖南等產地，也都還有部分長實金柑果實供應廣東及山東之果脯蜜餞製造商，做為金柑加工之原料。

台灣金柑因為產地集中在宜蘭縣，便於加工業者於產期定點收購，此點較中國大陸更有競爭優勢。

(二) 推廣與輔導

台陸雙方推廣與輔導的方式大致相同，都是研究單位提供技術加強生產，而農政單位 (台灣例如農糧署及縣市政府農業部門) 輔導產銷，農民團體 (台灣例如農會或生產合作社) 則為第一線協助農友各項實務。台陸雙方針對果實推廣工作亦著墨甚多，例如台灣自1996年起，每年由宜蘭縣農會主辦「蘭陽黃金柑品質評鑑競賽」，由各鄉鎮市農會及合作社協辦通知金柑產銷班及農戶，配合辦理展售促銷，亦利用媒體宣傳如警察廣播電台、中央廣播電台、漢聲廣播電台等、同時邀請電視媒體、各大報刊平面媒體之記者採訪，也到台北、台中、高雄等都會區辦理展售會，並依競賽結果表彰8-10名優良果品農戶。此做法在中國大陸同樣可以見到(待續)。

泰國「作物有害生物綜合管理參訪」之見聞（下）

農試所應動組 陳淑佩 黃毓斌　苗栗場 盧美君　動植物防檢局 陳宏伯 黃檍昌

接續上期

(四)泰國農部清邁有害生物管理中心 (Chiangmai Pest Management Center, Chiangmai PMC) 參訪

泰國農部在全國設置9個分佈於Chiangmai 、Phitsanulok、Khonkaon、Chainat、Nakhon、Suphanburi、Chonburi、Suratthani、Songkhla有害生物管理中心 (Pest Management Center, PMC)。參訪的清邁有害生物管理中心 (Chiangmai Pest Management Center, Chiangmai PMC) 專責清邁區域之生物防治推廣，與Chonburi不同的是清邁地區以水稻及龍眼等為主要作物，生物防治之資材以水稻病蟲害防治用的微生物農藥(圖九)，如白殭菌 (*Beauveria bassiana*)、黑殭菌 (*Metarhizium anisopliae*)及木黴菌等為主。白殭菌以玉米為培養介質用於防治褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens*)，木黴菌 (*Trichoderma harzianum*) 則用稻米為培養介質，用於防治稻熱病 (*Pyricularia oryzae*)。該中心為了能讓農友能主動參與微生物的應用，工作人員在推廣的資料呈現上，以簡單易操作的流程配合圖像 (圖十)，不論是印製成隨手可攜帶的摺頁或是大型看板，皆以農友的需求為主。此外，該中心亦會定期寄送防治資材至農友處。在有害生物管理中心使用所研發的微生物製劑除能增加農友對水稻病蟲害的防治外，農友亦發現耕種時可減少農藥及肥料的施用，進而提升淨所得。此推廣工作為研發的微生物製劑，提供一個穩定的供應平台，此工作流程值得做為台灣日後推行微生物農藥的參考。除水稻外，龍眼亦是該地區重要的作物，故該中心因荔枝椿象危害龍眼而發展平腹小蜂飼育技術。但與Chonburi 相同的是在農民輔導上強調農業之永續發展，政府不僅鼓勵而且無償提供種源及技術給社區農民，尤其是皇家基金會居中扮演著輔助及經費提供的角色。泰國當地的龍眼產期在1 -3月，當地荔枝椿象卵期集中在1-2月，這也是平腹小蜂之主要釋放時期，經政府單位多年釋放，當地之荔枝椿象已逐漸減少，

作　　者：陳淑佩副研究員
連絡電話：04-23317624

疫情並不嚴重。泰國和台灣一樣利用篦麻蠶作為替代寄主 (圖十一)，並用已被寄生卵片 (圖十二) 懸掛於田間方式進行釋放。該中心負責製作微生物菌種供農民使用，由皇家基金會提供社區農民簡易的無菌設備，農民可利用米飯為培養基，接種微生物菌種量產應用於水稻褐飛蝨、稻熱病、及蔬菜蟲害之防治。為了避免菌種混雜污染，通常幾次後就可向農業推廣中心更換新的菌種，只要依照政府提供的簡易方法進行生產，農民即可自行製作常用的微生物農藥，達到減低農藥使用的效果。清邁有害生物管理中心(Pest Management Center, PMC)對於製作生物資材的步驟儘可能圖像化的方式及追蹤農友在防治資材的使用過程，讓防治效果更落實於田間應用之作為，在參訪過程中使本團收獲良多。日後若能簡化農友對生物性資材的操作過程，有益於提供農友的參與性。

(五)參訪詩麗吉皇后植物園食蟲植物溫室

位於清邁的Mea Rim區的Mae Sa山谷，隸屬於自然資源暨環境部(Ministry of Natural Resources and Environment)的詩麗吉皇后植物園(Queen Sirikit Botanic Garden)是泰國第一個達到國際標準的植物園。其主要目的是作為泰國植物及花卉生物多樣性的研究及環境保育研習中心。此外，亦提供社會大眾休閒教育的場所。植物園主要分為溫室區、遊客中心、蘭花園、自然科學博物館，以及四條步道，且有明確之資訊導引工具。該園區的溫室，除蒐集植物種源以外，亦有數間溫室做為展示用。在多肉植物展示區中，發現在該環境下有介殼蟲類的害蟲存在。加上近年來，多肉植物進口農產品日益增

圖九、泰國農部清邁有害生物管理中心工作人員展示生物性製劑介。

圖十、清邁有害生物管理中心製作之生物性資材簡易操作流程。

圖十一、篦麻蠶所產下的卵為平腹小蜂之替代寄主。

加，亦建議同行的泰國研究人員檢視是否有泰國未記錄之種類。此外，在食肉植物 (Carnivorous plants)專區的食蟲植物(insectivorous plants)，如捕蠅草或是豬籠草(*Nepenthes* sp.)等以分泌物或是外形誘捕昆蟲或其他小動物，並分泌消化液將其消化。問同行的泰方研究人員，得知上植物在種植上不易，但有些以分泌物捕捉昆蟲的植物，日後或許可模擬該食蟲植物的化學物質，進一步開發誘殺的裝置。另一方面，國內亦可在植物園區中設置類似的專區並將植物誘蟲的過程加以圖像化，可當為生物防治之教材，亦是值得加以參考。

(六)參訪SIRI'S農場參訪小黃瓜養液無土栽培區

行程中參訪一家小黃瓜養液無土栽培農場，該農戶使用光合菌、黑殭菌及白殭菌、苦楝精、竹醋液等資材進行田間病蟲害管理，並引入機械輔助採收，田間養液及溫濕度狀況可用手機隨時檢視管理，屬於當地智慧農業的典範農民，所謂的Smart farmers。Smart farmers間透過社群相互交流經驗，甚至建立與國外交流網絡及產銷資訊，見識到泰國農民對於網路資訊的投入，此部分台灣已有相對成熟的經驗，應可彼此交流，增進智慧農民所種植農產品之通路。

(七)參訪泰皇基金會所屬有機農場及Tonpao之農業推廣中心

清邁農業推廣中心負責製作微生物菌種供農民使用，由皇家基金會提供社區農民簡易的無菌設備，農民可利用米飯為培養基，接種微生物菌種量產應用於水稻褐飛蝨、稻熱病、及蔬菜蟲害之防治 (圖十三、十四)。為了避免菌種混雜污染，通常幾次後就可向農業推廣中心更換新的菌種，只要依照政府提供的簡易方法進行生產，農民可自行製作常用的微生物農藥，達到減低農藥使用的效果，並栽種可販售之有機蔬果。

此外，由於農友種植有機蔬果而對果實蠅少採取有效防治措施，清邁農業推廣中心的人員，指導農民以簡易羅勒枝葉(九層塔)，給予搓揉或稍微悶捼過夜後，放入寶特瓶做成之陷阱，誘引果實蠅雄蟲 (圖十五)，效果不錯，可在台灣教導農民使用，尤其是有機農民。目前泰國有機農業占國內耕地面積不高，僅有0.19%，其面積為4萬多公頃，主要作物是稻米、蔬菜等。著重集體合作社和農場組織來生產，有機農場經營栽植蔬果及水稻，輔以天然植物劑或生物性資材施用於農作物上。就實地看或許會認為作物產量比利用化學肥或藥劑之產量低，但詢問農友之反應竟得到其經驗是自改用有機栽種後淨所得比以前高，故對於實行有機栽種仍有信心。自2017年起，泰國開始推行全國性有機策略，希望把國內有機耕地增至9萬6000公頃。但泰國當地對於有機作物的價格不高及農友相關資訊仍欠缺等因子。泰國農部亦規畫提高有機產品單價、降低相關資材費用及利用推廣教育及各自管轄區域內輔導農友建立相關知識跟管理並建立有競爭力的農民群體(如善用資訊系統可提升銷售端市場之範圍)，以面對供需日益增加的有機市場。在此我們看到或許在農業技

圖十二、平腹小蜂卵片。

圖十三、農民使用皇家基金會提供社區農民簡易的無菌設備接種微生物菌種量產應用於水稻褐飛蝨、稻熱病、及蔬菜蟲害之防治。

圖十四、供農民簡易的無菌設備接種之微生物菌種量用以防治水稻之病蟲害。

術及產量方面，泰國仍有努力的空間。但泰國提供實用的支援及農民努力踏實的工作下，有機農業仍有許多發展的潛能。

下午參訪Tonpao 市政中心(Tonpao Town Municipality)，簡介鄉鎮蟲害防治中心(Community pest management center(CPMC))工作人員除傳遞Sankamphaeng區農友及社區有關於農業知識外，該區工作人員更利用實物及簡易操作流程之文宣等培訓具備生產防治害蟲之微生物製劑，並配合其他防治方法，以從事水稻病蟲害綜合管理事務 (圖十六)。

(八)拜會國家生物防治中心

國家生物防治中心由中心主任Dr. Pipat Chiampiri Yakul負責接待，該中心的研發重點包括病害拮抗菌的研發、天敵釋放技術訓練及病蟲害診斷等工作。並提供白殭菌等微生物菌種供農民使用。 Dr. Pipat同時也是湄州大學植病系的教授，專長為植物病理，因此蒐集及菌種研發也成為中心之主要研究重點，現場亦操作微生物菌之分離萃取示範，並討論了新的微生物農藥上市及相關流程及法規。泰國其實與台灣類似，但耗時很長，新商品上市不易。但比較可惜的是，國家

生物防治中心目前主要以蒐集及菌種研發為主，並未見其天敵的飼育，其原因可能是該項工作已由區域性的病蟲害管理中心承接，亦可能是研究人員退休後其無後續的研發。台灣目前生物防治的需求日益增加，但研究工作是否能傳承的問題，可提供給台灣借鏡。

三、參訪心得與建議

心得(一)、本次參訪屬於近年來台泰雙方農業合作議題，藉由雙邊交流訪問，有助於認識雙方害蟲整合性管理之優缺點，有助提升雙方在病蟲害管理及研發上之提升。

心得(二)、泰方DOAE具有極佳的推廣佈建及人員設置，推廣系統涵蓋幾個大省，使泰國農業蓬勃發展，尤其有很多研發技術都能推展給農民，並且能實際應用於農業栽培管理，此項推廣理念值得我方參考。

心得(三)、瞭解一個具有深厚農業文化傳統的國家且為溫和而內斂的東方民族，在泰國政府大力推動有機農業策略下，致力生物性資材(如天敵與微生物)的原種的維持及建立大量飼育及施用操作流程，並教導農民如何在田間實際使用生物性資材(如寄生性天敵與微生物)，以減少化學肥料和農藥的投入。

心得(四)、泰國對生物防治資材之量產技術與推廣政策(泰國政府單位對化學農藥不予補助，但提供農友生物性資材的種原，除進行農民教育培訓外，並定期交付有需求的農友在簡易明確的操作流程下，放大生物資材並實際應用於田間，以社區農民帶動農

圖十五、在有機農園中，農民保特瓶內放置的香料作物，藉以瓶誘引果實蠅雄蟲。

圖十六、鄉鎮蟲害防治中心工作人員製作生物資材生產簡易操作流程及放大生物資材之器具。

民的模式來推廣生物性資材，以提高生物防治之普及率)，可供台灣作為發展生物防治之借鏡。

心得(五)、台灣目前對於有些害蟲生物天敵研究防治技術已有基礎，但在天敵實際應用方面仍待技術突破。藉由實地觀摩，可以進一步瞭解該類天敵生物防治技術，及其天敵量飼養繁殖技術，如何開發量產設備及如何建立量產流程。此應用推廣的做法，可作為未來友善農業發展及農藥減半政策推動之參考。

建議(一)、近年來設施栽培及食安的需求，生物防治是台灣未來溫網室害蟲防治重點之一。無預算長久性的支持工作仍易斷續，所培養的人才容易流失。宜請政府儘量編列長久性預算支持並指派有關人員組成團隊參加相關研究工作，以激勵並提高研究風氣，達到理論與實用並際。更多產官學相關人員建立更完善的生物防治規範及運用策略，以利加速此生物防治在台灣之推廣與應用。

建議(二)、藉由此次的參訪，發現泰國也面臨與台灣相同的生物防治人員短缺及退休等問題，泰國藉由聘用方式將有技術經驗且與社區農友建立互信關係的退休人員，區域輔導並傳承飼育及施放生物性資材的經驗，使生物防治得以更深入社區農民生物防治的實際應用，此經驗值得台灣日後推行友善栽種時參考。

建議(三)、此行亦針對果實蠅區域共同管理技術及生物防治研發現況進行實地參訪，加強雙邊政府部門及研發機構的合作，同時對台泰雙邊之農產品進口之檢疫事宜，亦由黃局長與相關的農業官員進行溝通，期利台泰國際貿易順利。

建議(四)、泰方農業部對於我國在農業昆蟲之資料庫查詢平台亦希望能建立合作機制，以協助該國建立泰國的農業昆蟲(害蟲及天敵)資訊化。存證標本數位化及資訊化是未來的趨勢，而此項是農業試驗所的強項之一，值得開發運用，與國際同步接軌。此部分已建議泰方提至未來合作議題，以達研發技術交流共享之國際合作理念。

建議(五)、農委會近年推行農藥減半，這必須要與生物防治技術的研發、微生物農藥的推廣有緊密關係。以生物科技篩選病蟲害之天敵，研發大量繁殖及商業化技術，發展生物防治方式，並開發有益微生物，是試驗及學研單位需投入研發能量的方向。但上述研發技術移運用於田間的大面積時，建議相關單位協助農友保持生物性資材的原種，除進行農民教育培訓外，並定期交由有需求的農友在確定的操作流程下，放大生物資材並實際應用於田間，以農民帶動農民的模式來推廣生物性資材，讓當地農民對於產品使用的普及率能提高。對於有些新入侵的病蟲害若有可應用生物性資材時，建議在政府的補助下，免費提供給農民使用，以期入侵新的病蟲害未擴散前，即可控制於經濟為害閥值下，並維持友善的栽培環境。

農試所研發

移動式設施害蟲影像辨識系統

協助外銷蘭園快篩害蟲種類

本所107年10月24日新聞稿

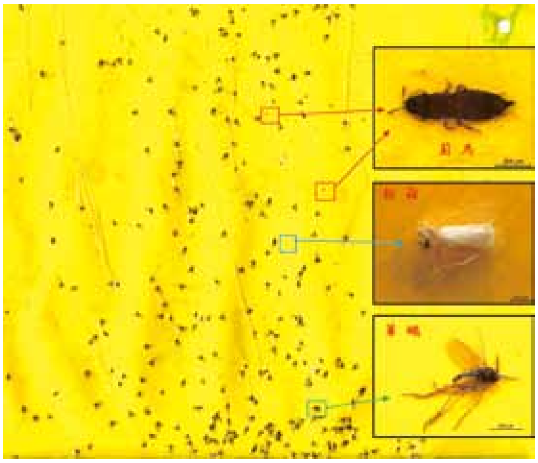
農試所應動組 陳淑佩 高靜華

行政院農業委員會農業試驗所為加速推動智慧農業，執行政策型計畫並與國立成功大學合作，研發「移動式設施害蟲影像辨識系統」，可提供外銷蘭園快速分辨黃色黏蟲紙上害蟲種類及進行計數，完成一張黃色黏蟲紙辨識僅需40秒 (圖一)，比採用人工鏡檢之效率提升20倍，功效宏大。

該所指出，為降低外銷蘭花出口的檢疫風險，國內業者每年均投入大量人力在外銷蘭園害蟲的監測，並需定期監測黃色黏蟲紙上的害蟲密度，每年約需30,000張以上的檢測，數量龐大，同時也需大筆經費投入。

該所為減輕蘭園工作量並提升監測效率，開發「移動式設施害蟲影像辨識系統」，建立外銷蘭園常見之小型害蟲(如薊馬類、粉蝨類、蚜蟲及雙翅目蕈蚋類等)之自動辨識演算法，每張影像辨識的準確率達88%以上，可提供給外銷蘭園效率化利用。此外，該系統可擴大應用於收集重要外銷蘭科作物之存證監測資料，所累積的蟲相分析、地理資訊及微氣候等資料可建置於專屬查詢平台，也可提供機動性現場診斷服務；應用大量黏蟲紙進行更高密度的害蟲空間分布及時間變化之監測，有效提升農業e化程度；若設定自動警示提醒功能，將結果回傳用戶端，業者可在遠端進行有效之蟲害管理等。

該所表示，除上揭技術外，相關智慧農業4.0計畫之研究團隊亦積極開發AI影像辨識技術在不同作物生產體系之應用，包含水稻及設施作物害蟲影像辨識技術、結合無人機(UAV)及高光譜影像技術於評估水稻健康程度、作物栽培面積之遙測影像辨識、利用衛星影像進行水稻產量估測等。該所強調，透過科技化的前瞻技術，支援作物生產管理決策，將大幅提升農產品之產量與品質，並節省成本及時間，促進產業升級。



圖一、設施黃色黏紙常見之小型害蟲。

作　　者：陳淑佩副研究員
連絡電話：04-23317623

新聞訊息

百香果種苗三級管理制度
創造台灣百香果種苗外銷佳績

農試所鳳山分所徐智政 李文立 陳甘澍

本所107年11月19日新聞稿

為了保有台灣生產百香果種苗的外銷優勢，維護在進口國的產品品質與消費者信任度，農試所與農糧署、防檢局共同輔導業者推動百香果健康種苗三級管理制度 (圖一)，協助種苗商導入自主管理及全程品質管制概念，持續生產高品質健康種苗，保持台灣百香果種苗外銷優勢。

依據關稅總局資料顯示，「台農1號」百香果種苗外銷亞洲各國成長快速，民國106年出口總量逾800萬苗，是國內百香果種苗需求的10倍，其中以越南的銷售量最高（佔9成以上）。該所鳳山分所育成百香果「台農1號」，歷經30年的推廣，在海外大放異彩，已經成為亞洲地區最重要的百香果品種。不僅風味受到全球消費者喜愛，更創下台灣帶介質果樹種苗外銷之先例。「台農1號」百香果 (圖二)能站穩30年屹立不搖之領先地位，其主要特性為產量豐碩、果汁率高、風味濃郁、香氣宜人、鮮食加工兩相宜，不僅可以成為餐桌上的美味鮮果，也能夠做為加工與飲品的要角。

農試所表示，接穗與根砧源頭之健康管理為決定百香果健康嫁接種苗品質的關鍵技術，每個環節都需要仔細的管控，避免病毒或其他病蟲害的入侵，才能確保種苗的品質，保障農民的收成。農委會所屬機關在生產流程層層把關，杜絕病毒侵入，也提供業界無特定病毒母本株的篩檢工作，確保接穗品質，同時積極輔導業者進行根砧苗病蟲害的防治方法，全面提升百香果種苗生產技術與健康優質的整體形象。

該所也籲請百香果種苗業者共同加入「百香果健康種苗輔導計畫」，共同為台灣百香果種苗產業努力，持續提升品質及開拓海外市場，確保台灣百香果的品牌知名度與信譽。

作　　者：徐智政助理研究員
連絡電話：07-7310191-810

圖一、整齊劃一的百香果種苗生產管理。

圖二、「台農1號」百香果香氣濃郁、風味佳且果汁率高。

台灣杏鮑菇外銷澳洲海運技術大突破 有助拓展新興市場

本所107年11月27日新聞稿

農試所作物組 黃肇家 楊純明

行政院農業委員會農業試驗所研發杏鮑菇外銷澳洲海運技術有重大突破，不僅可以延長貯運日數，且還能夠保持新鮮度及延伸商品價值，協助農產品加值。

農試所指出，台灣杏鮑菇目前有定期海運香港及新加坡等地區，但長期海運有相對困難，該所為拓展新市場，鎖定澳洲市場，開發海運技術，需要突破貯運20-25日之限制。該所表示，若以目前海運香港之方法，模擬海運25日後，再以18℃放置3日模擬販賣櫥架狀況，損耗率會高達37.5%，且蕈傘會新長出菌絲，被消費者誤認為長霉，外觀品質劣化，以及蕈柄會軟化，失去彈性及口感，爰該所針對現行保鮮方法進行改善。透過優選品質良好之杏鮑菇，以黑底硬盤包裝，每盒裝約200g，之後以保鮮膜繞封，每12盒裝一箱，箱內先放置一大塑膠袋，杏鮑菇放入塑膠袋後，把塑膠袋口密封並封好外紙箱後，經預冷，再裝櫃出口。在此作業模式下，於處理與包裝上進行調整，經測試結果，已獲得良好之效果。

農試所以研發新的技術，模擬運輸澳洲儲運方式，做不同實驗比較，二者共同以0.2℃貯藏25日，再於18℃放置3日模擬販賣櫥架，結果以現行外銷包裝者，蕈傘新長菌絲高達37.5%，蕈柄為12.5%，仍無法有商品價值，應用農試所之新技術，蕈傘新長菌絲降為8.3%，蕈柄新長菌絲降為0%，蕈柄以表面相對硬度測定，現行外銷包裝者，蕈柄硬度指數為26.0，而新保鮮處理者為34.9，在異味方面由原來之25.0%，經新技術處理降低到8.5%，顯示風味有很大的改善進步空間。

圖一、杏鮑菇以現行外銷處理包裝，經0.2℃貯藏25日模擬海運澳洲，再於18℃放置3日模擬販賣櫥架後，(左)蕈傘新長出菌絲之情形，(右)蕈柄經手指輕微按捏後之水浸狀情形。

圖二、農試所以新技術處理杏鮑菇，經0.2℃貯藏25日模擬海運澳洲，再於18℃放置3日模擬販賣櫥架後，蕈傘無新長出菌絲且蕈柄維持彈性，外觀品質良好。

作　　者：黃肇家副研究員
連絡電話：04-23317120

農業試驗所 新書介紹

野生番茄種原圖說

本所特刊第207號（2018年）

畜牧廢水農地施肥要領

本所特刊第206號（2018年）

2016設施蔬果病蟲害管理暨安全生產研討會論文集

本所特刊第205號（2017年）

花卉生活應用研討會專刊

本所特刊第204號（2017年）

本所出版特刊與農業專刊，內容翔實，印刷精美，是農業從業人員重要參考資料，歡迎下載閱讀。

請參考本所網站(https://www.tari.gov.tw)-出版品-特刊查閱。

技術服務季刊機構典藏

ISSN 1017-0863

9 771017 086004

GPN：2007900008

定價：NT$35